G 4460 EX

Populäre Elektronik

1/79 Januar 1979
DM 3,-/sfr 3,50/ lfr 53,-/ ös 25,-

Elektronischer Spannungsteiler
Aus 30 Volt wird 2×15

Anti-Lichtorgel
für die Pause

Mikro-Elektronik
kurz erklärt

Die Zeit mit Goliath
Digitaluhr mit 38mm hohen Displays





electronic-hobby-shop

Inhaber: U. VOIT

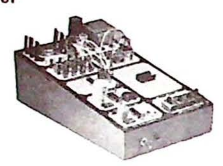
Bestückungssortimente – Bausätze – Bauelemente

Kaiserstraße 20 5300 Bonn 1 Telefon: 02221/639990 «223890»

ehs

Die Knüller aus PE.

TTL-Trainer



Bauteilesortiment einschl. Trafo, IC-Fassungen, Lötnägel und Steckstiften sowie farbigen Kabelstücken ..... **DM 52,00**
orig. PE-Platine .... **DM 29,00**
Gehäuse TEKO P/4 .... **DM 10,75**
Komplettbausatz wie oben .... **nur DM 89,00**

Super-Spannungs-Quelle
Bauteilesortiment einschl. Trafo, ICs, Zeigerknöpfen usw. .... **DM 79,80**
Al-Profilgehäuse, gebohrt und bedruckt, mit Kühlkörper als Rückwand .. **DM 39,80**
Meßgerät 0-30 Volt .... **DM 17,90**
Meßgerät 0-3 Ampere ..... **DM 16,90**
orig. PE-Platine .... **DM 13,10**
Komplettbausatz mit sämtlichen Teilen wie oben aufgeführt ... **nur DM 148,00**

ARMBANDRECHNER



Armbandrechner 8stellige Anzeige mit vielen Funktionen: + – . : √% 1/x x² und Speicher; einfacher elektronischer Aufbau.

LICHT-



ORGEL

N-Kanal-Lichtorgel
Alles für die SUPER-LIGHT-SHOW! Jeder Bausatz enthält sämtliche Teile zum Aufbau einschl. schwarzer Zeigerknöpfe für die Potis

Bauteile **Basisschaltung** einschl. Netzkabel, 3adrig und DIN-Lautsprecherbuchse **DM 20,80**
orig. PE-Platine ...... **DM 8,30**
Komplettbausatz ..... **DM 25,80**

Kanalprint – Bauteile – bei Bestellung bitte Frequenz angeben, 20 Hz ist nicht lieferbar .... **DM 12,70**
orig. PE-Platine .... **DM 5,00**
Komplettbausatz .... **DM 16,70**
Pausenkanal, Baut. .... **DM 11,50**
orig. PE-Platine .... **DM 5,00**

LICHTORGEL-KOMBINATIONEN
3-Kanal-Lichtorgel, komplett mit Prints, 1 x Hauptschaltung und drei Kanälen, Frequenz auf Wunsch ..... **DM 64,80**

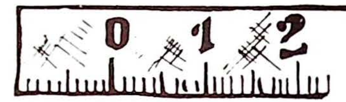
PE-MODUL-SERIE HI-FI
Gehäuse aus Al-Profilen, mit Gleitmutterkanälen zur Aufnahme der auf die Frontplatte montierten Module, mit kompletter Rückwand
PE-GSA 30 (30 cm breit) .. **DM 44,65**
PE-GSA 50 (50 cm breit) ... **DM 59,90**
50 Gleitm. in Kunststoff .. **DM 5,90**
50 Kreuzschlitzschrauben . **DM 2,95**

Bausätze enthalten stets alle Teile zur Bestückung von Platine und Frontplatte gem. der jeweiligen Stückliste in PE

50-Watt-Verstärker Bauteile einschl. Netzteil für beide Kanäle, sonst mono lt. Stückliste in PE 3 (Jan. 77) ...... **DM 106,70**
orig. Platine .... **DM 10,95**
Baut. f. zweiten Kanal .. **DM 57,50**
Frontpl. schw. o. silber **DM 11,95**

Neuheiten aus diesem Heft: Preise und Liefermöglichkeiten auf Anfrage.

MESSMODULE



Messmodule Sinusgenerator Alle übrig. Module ab Lager lieferbar
Kompletter Bausatz mit Bauteilen, orig. P.E.-Platine und Frontplatte **DM 54,00**
Komplettpreis=Sparpreis, hier . DM 4,90
Einzelpreise lt. Anzeige in P.E.4/78.

Rechteckzusatz
komplettes Bauteilesortiment incl. P.E.-Platine und Frontplatte **DM 33,85**
Einzelpreise lt. Anzeige in P.E.4/78.

Digital – Voltmeter
bestehend aus Bauteilen für DVM-Modul und DC-Volt-Vorteiler einschl. beider Platinen und Frontplatten orig. P.E
PE 0678-31 .... **DM128,00**
auch einzeln erhaltlich: **DM74,50**
Baut. DVM-Modul PE0678-32
Baut. DC-Volt PE0678-33 **DM12,90**
Platinensatz DVM-Modul und DC-Volt PE0678-34 **DM19,35**
Frontplatte DVM PE0678-35 **DM19,50**
Frontplatte DC-Volt PE0678-36 **DM9,15**

Ohm-Vorsatz
Kompletter Bausatz mit Bauelementen, P.E.-Platine und Frontplatte
PE 0778-11 .... **DM 32,50**
Bauteile einzeln PE 0778-12.... **DM 15,90**
Orig. PE-Platine PE 0778-13 .... **DM 7,85**
Frontplatte PE 0778-14 ...... **DM 10,20**

Populäre Elektronik

Jahrgang 4 Heft 1

In dieser Ausgabe

Vorwort



Das neue Format

Da ist es, das erste P.E.-Heft in neuer Aufmachung. Gewiß, für viele, die P.E. wegen seines typischen Formats schätzten, ist das größere Format eine Sache, an die man sich erst nach der zweiten oder dritten Ausgabe gewöhnt hat. Aber seine Vorteile werden Sie bei der Lektüre und später beim Schaltungsnachbau feststellen.
Es ist jetzt möglich, Dinge, die zusammengehören, auch im Zusammenhang darzustellen. Bei Funktionsbeschreibungen ist das erläuternde Bild in der Nähe, und beim Nachbau sind Print, Bestükkungsplan, Stückliste und meist auch ein Foto des bestückten Prints in enger Nachbarschaft.
Wir glauben auch, daß sich die Beiträge dank des kompakten Layouts besser lesen lassen. Gerade bei technisch-wissenschaftlicher Materie kommt es immer wieder vor, daß man bestimmte Textstellen nachlesen will; sie lassen sich jetzt viel schneller auffinden.
Übrigens ist es national wie international eine bemerkenswerte Erscheinung, daß Zeitschriften, die sich mit derselben Materie befassen, auch dasselbe oder ein ähnliches Format haben. Welcher Mechanismus hierfür die Ursache ist, dürfte schwer zu bestimmen sein. Bisher hatten die Konkurrenten am Kiosk P.E. um Haupteslänge überragt, und so ist der Vergleich mit einer Erscheinung in der Physik, nämlich der „Formänderung unter starkem Druck", gewiß nicht zu weit hergeholt, um einen wichtigen Grund für die Entscheidung anzusprechen, P.E. auf eine breitere Basis zu stellen und nicht mehr so bescheiden daherkommen zu lassen. Die Umstellung erfolgt mit dieser Januar-Ausgabe, damit P.E.-Sammler (welcher Leser ist das nicht?) vollständige Jahrgänge nach Formaten integrieren können.
Im Zuge der Umstellung soll P.E. auch inhaltlich weiter verbessert werden. Hierbei bitten wir um Ihre Mitarbeit: Auf einem Fragebogen können Sie Vorschläge machen. Die ersten 100 Einsender bekommen einen Preis. Beachten Sie bitte Seite 43.
Soviel zum (äußerlichen) P.E.-Format. ... Und jetzt wird nur noch über Elektronik geredet!

Ihr
Manfred H. Kalsbach
Chefredakteur

Impressum

Populäre Elektronik erscheint jeweils Mitte des Vormonats im M+P Zeitschriften Verlag GmbH & Co.
Winterhuder Weg 29
2000 Hamburg 76
Telefon 040/220 15 66-69
CHEFREDAKTION
Manfred H. Kalsbach
REDAKTION
Leen van Dam, Wil Leiner, Jan Palmen, Jan Pas, Jos Verstraten
MITARBEITER
Wolfgang Back, Albert Hartfiel, Wolfgang F. Jacobi, Friedrich Scheel, Hilaneh von Kories (Bildredaktion), Sabine Spies (Redaktionsassistenz)
VERLAGSLEITUNG
Claus Grötzschel

ANZEIGENLEITUNG
Werner Pannes
ANZEIGENVERWALTUNG
M+P Zeitschriften Verlag
Winterhuder Weg 29
2000 Hamburg 76
Telefon 040/220 15 66-69
Telex MEPS 21 38 63
Zur Zeit ist die Anzeigenpreisliste Nr. 5 gültig
DRUCK
Locher KG, 5000 Köln 30
REPRODUKTION
Alpha Color GmbH Hamburg
VERTRIEB
IPV Inland Presse-Vertrieb GmbH, Wendenstraße 27-29
2000 Hamburg 1, Telefon 040/24861, Telex 2162401
LAYOUT
Susanne Grocholl
Sabine Schwabroh

ABONNEMENT
Inland 12 Ausgaben DM 29,80 inkl. Bezugsgebühren, Ausland DM 34,80. Bestellungen beim Verlag

GERICHTSSTAND
Hamburg
AUSLANDSVERTRETUNGEN
Österreich: Messner Ges. mbH, Liebhartsgasse 1, A-1160 Wien, Telefon 0222/92 54 88, 95 12 65
Schweiz: SMS-Elektronik, Köllikerstr. 121, CH 5014 Gretzenbach, Telefon 064/41 41 55

P.E. Print Shop

Auswahl der zur Zeit lieferbaren P.E.-Prints

	Bestellzeichen	Preis
Ausgabe Nr. 1		
FBI-Sirene	SI-a	4,35
Transitest	TT-a	6,75
Elektro-Toto-Würfel	DS-a	6,60
Ausgabe Nr. 2		
Cabophon	CF-a	6,30
Spannungsquelle	GV-a	11,60
MIKRO-Experimentalprogramm	MI-a	8,50
	MI-b	4,95
Ausgabe Nr. 3		
50-Watt-Modul	PA-a	10,95
Kassette im Auto	KS-a	3,25
Ausgabe Nr. 4		
Codeschloß	ES-a	7,15
LED-VU-Meter	VU-a	9,35
Ausgabe Nr. 5		
Puffi	BU-a	6,40
Minimix	MM-a	12,90
Tremolo-Modul	TR-a	13,85
Ausgabe Nr. 6		
Leslie-Modul	TR-b	6,35
Signal-Tracer	SV-a	13,85
TV-Tonkoppler	TV-a	12,55
Ausgabe Nr. 7		
TTL-Trainer	DT-a	29,00
Basisbreite-Modul	BB-a	9,10
Ausgabe Nr. 8		
Loudness-Filter-Modul	FV-a	9,70
Mini-Uhr m. Maxi-Display	DK-c/d	10,95
Superspannungsquelle	SQ-a	13,10
Ausgabe 1/78		
Sinusgenerator (Modul)	SG-a	14,10
n-Kanal-Lichtorgel		
Basisprint	LO-c	8,30
Kanalprint	LO-d	5,00
Lichtdimmer	LD-a	6,80
Ausgabe 2/78		
Rauschfilter-Modul	RF-a	8,90
Goliath-Display (Anzeige)	UD-a	5,50
(Zählerprint)	UD-b	5,50
Pausenkanal f. n.Kanal-Licht.	LO-e	5,00
Ausgabe 3/78		
Rechteckzusatz zum Sinusgen.	SW-a	7,80
Spannungslupe	SL-a	5,25
Goliath-Stromversorgung	GV-e	13,90
Ausgabe 4/78		
O.P.A.	OP-a	5,35
Logic-Probe	LT-a	5,05
Hall-Modul	RV-a	8,90
Ausgabe 5/78		
Digital-Meter (Modul)	DM-a/b	19,35
Peacemaker	PM-a	5,90
Ausgabe 6/78		
Sensorschalter	TT-b	10,20
L.E.D.S.	LE-a	6,90
Digital-Analog-Timer	UT-a	18,00
Ausgabe 7/78		
Ohm-Meter (Modul)	DM-c	7,85
Würfeln mit Goliath	UD-c	6,10
Elektronisches Tauziehen	EG-a	14,25
Ausgabe 8/78		
H.E.L.P.	UP-a	22,50
Zener-Tester	ZT-a	7,70
INFRAROT-Sender	IR-a	5,90
Empfänger	IR-b	11,80
Ausgabe 9/78		
Syndiatape	SY-a	14,70
Schwesterblitz	FL-a	4,50
Das kontaktlose Relais	RY-a	4,90
Ausgabe 10-11/78		
Regensonde	RB-a	8,80
Intervallschalter	WA-a	11,10
Akkulader	AK-a	11,10
Ausgabe 12/78		
Power-Blink-Zentrale	KI-a	6,90
Monitor-Verstärker	Op-b	16,90
Anpassungsverstärker	Bu-a	6,40
Netzteil HiFi-Module		
Vorverstärker-Module	Ma-a	8,80
Endverstärker-Module	Ma-b	7,80

P.E. Prints sind im Fachhandel erhältlich. Lieferungen erfolgt auch nach Einsendung eines Schecks oder gegen Vorauszahlung auf Postscheckkonto Hamburg, 33 22 87 - 208, M + P Zeitschriften Verlag.

Print-Vertrieb für die Schweiz:
SMS-Elektronik, Kollikerstr. 121, CH-5014 Gretzenbach, Tel. 064/41 23 61

Print-Vertrieb für Österreich:
Messner & Co., Liebhartsgasse 1, A-1160 Wien, Tel. 0222/92 54 88,95 12 65

SPITZENORGELN
ZUM SELBSTBAU

Farbkatalog gratis anfordern!



Dr. Böhm
4950 Minden, Postf. 2109 /PE78




bauteile-bechert

Elektronik - Funk - Modellbau
Besuchen Sie uns in unseren neuen Verkaufsräumen
Kolkstr. 3 in 2840 Diepholz 1
Geschäftszeiten:
täglich 8.30-13.00 u. 14.30-18.15
mittwochs geschlossen

Eßmannskamp 26 · Postfach 11 28
2840 Diepholz 1 · Tel. 05441/5805

Unglaublich
aber wahr: Für nur DM 10,- (Schein beifügen) erhalten Sie 100 Markenwiderstände gut sortiert, 10Stck. BC 547B, 10Stck. 1N 4148, unseren Katalog 79 mit vielen tollen Preisen und ein Überraschungsangebot! Unbedingt noch heute bestellen!
**Michael Altmann, Postf. 1143
6200 Wiesbaden**



DER HIT!
Bastelkiste gefüllt mit ICs, Transistoren, LEDs usw. in einer Zusammenstellung wie jeder Bastler sie braucht. **NUR 35,- DM. Nur Markenfabrikate!** Bei Nichtgef. Rückgabe. Versand p.NN.
**A. KEITEL
Electronic-Vertrieb
Postfach 1924
2350 NEUMÜNSTER**

Amateurfunk

Ausbildung bis zur Funklizenz für weltweiten Funkverkehr durch anerkannten Fernlehrgang oder 3-wöchigen Intensivlehrgang. Bitte kostenlose Information anfordern beim ISF-Lehrinstitut, 28 Bremen 34, PF 7026/AF104

**ACHTUNG!!!
Hobbyelektroniker**

Sehr preisgünstige Transist. zu verkaufen. Beisp.: **2N 3055 1,50; BC 107 0,55 alle A,B u. C.** Verk. auch in kleinen Mengen. Gegen DM 1,50 Preisliste anf. Verkauf nur per NN. **Hobby-Elekt. Versand, Postf. 1325
5568 DAUN**



Buchreihe Elektronik
für Freizeit + Beruf




neue TOPP-Bände







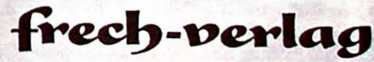
Band 450
Helmuth Lemme:
Gitarren-Verstärker
(Gitarren-Elektronik, Teil 2)
80 Seiten, 16, Fotos, 79 Zeichn., kartoniert, DM 8,–

Der Autor befaßt sich ausführlich mit der Funktionsweise von Gitarren-Verstärkern, Lautsprecherboxen, P.-A.-Anlagen und Effektgeräten.

Einzelband DM 8,– Doppelband DM 13,80

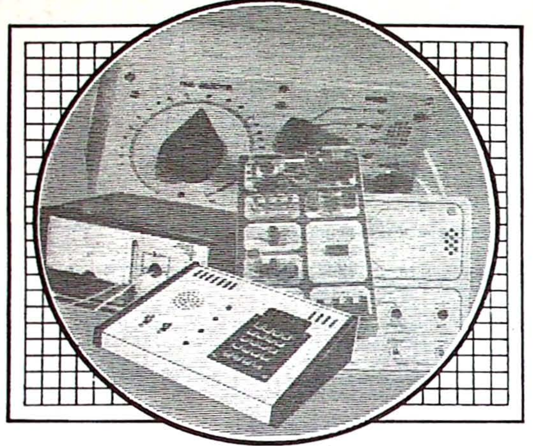
TOPP bringt wertvolle Anregungen und Tips für den Elektronik-Amateur. Verständlicher Text und Schaltungsbeispiele erleichtern den Nachbau. Ständige Neuerscheinungen behandeln aktuelle Themen aus der Praxis.

Informieren Sie sich. Das Gesamtverzeichnis und das Heft „Welche Schaltung suchen Sie?" erhalten Sie kostenlos. Hier sind – leicht auffindbar – 1000 Schaltungen aus allen TOPP-Bänden aufgeführt.



7000 Stuttgart 1 · Vaihinger Landstraße 4 · Telefon 0711/69 10 11

Marktnotizen



Eine rein fachlich orientierte Ausstellung wie die alle zwei Jahre in München stattfindende „electronica" ist nicht allein ein grandioses Schaufenster des technischen Fortschritts, letztlich geht es den Ausstellern um mehr oder weniger hohe Stückzahlen, mit denen sie ihre Produkte verkaufen möchten. Der einzelne Hobby-Elektroniker kann selbstverständlich in solchen Dimensionen nicht mithalten, dennoch bildet auch er ein kleines Stückchen in dem großen Kuchen „Marktanteile". Dabei profitiert er durch die Großaufträge der Industrie, erst die Massenproduktion macht manches Bauelement auch für ihn erschwinglich. P.E. hat sich in München umgesehen und umgehört, unsere Redakteure haben dort einige Informationen in Kurzform notiert. Ausführlichere Unterlagen sind bei den betreffenden Herstellern erhältlich.

Balance
Op-Amp Ausgang
Ref.-Feedback
+ U_b
Inv.-Eing.
N.-Inv.-Eing.
Ref.Ausg.
OpAmp
U_{Ref} = 200 mV
Ref.Amp
– U_b

Blockschaltbild des LM 10. Er arbeitet mit nur einer Betriebsspannung (min. 1,1 V) und enthält neben dem Op Amp eine 200 mV-Referenzspannungsquelle sowie einen einstellbaren Referenzspannungsverstärker im achtpoligen Minidip-Gehäuse.

Neue Op Amp-Ideen

Bei Operationsverstärkern setzt sich die Bifet-Technologie (*Bi*polare Transistoren und *Fet's* monolithisch integriert auf einem Chip) immer weiter durch. Das bedeutet aber nicht, daß damit die bipolare Technologie zum alten Eisen gehört. Robert J. Widlar, der „Vater" des ersten monolithisch integrierten Operationsverstärkers, trug neue Ideen vor, die dem Konzept des LM 10 zugrunde liegen. Dieser Op Amp in bipolarer Technologie vereinigt Op Amp und einstellbare Referenzspannungsquelle auf einem Chip.

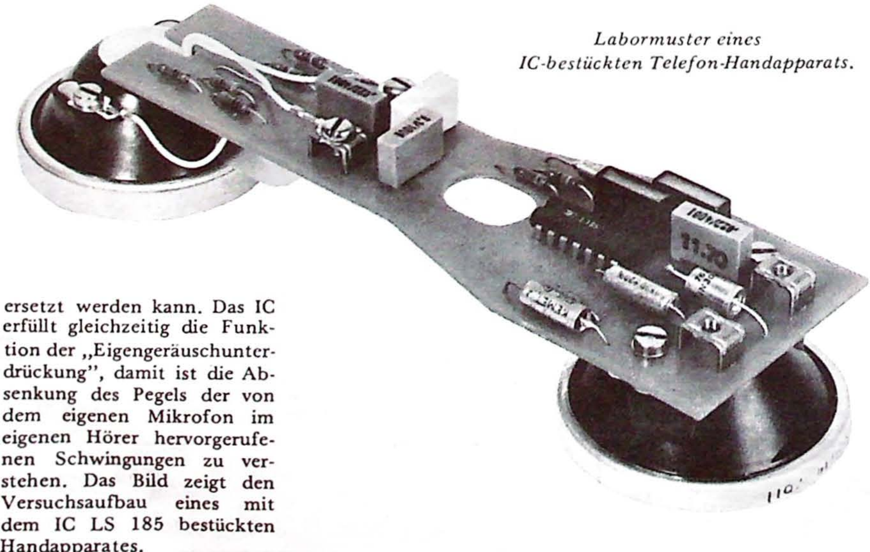
Neu ist, daß sich die ganze Anordnung an einer einzigen Nickel-Cadmium-Zelle betreiben läßt, denn die untere Grenze für die Betriebsspannung beträgt 1,1 V. Sie haben richtig gelesen, nicht etwa ±1,1 V, sondern schlicht und einfach: 1,1 V (!). Dabei beträgt der typische Arbeitsstrom nur 270μA, also ideal für tragbare batteriegespeiste Geräte.

Gezeigt wurde u.a. ein mit dem LM 10 aufgebautes analoges Meßgerät mit den Bereichen 10 mV und 100 nA (Vollausschlag), dessen Stromversorgung aus einer normalen 1,5 V-Stabbatterie bestand. Die gesamte Stromaufnahme betrug weniger als 0,5 mA. P.E. wird sich ggf. näher mit diesem interessanten Schaltkreis befassen, wenn er auch für den Hobby-Elektroniker zu erschwinglichen Preisen im Fachhandel zur Verfügung steht.

Elektronik im Telefon

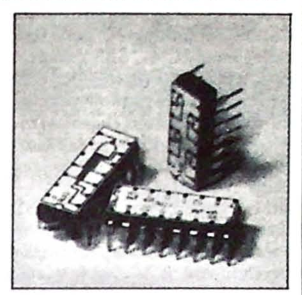
Mit dem integrierten Schaltkreis LS 185 stellt SGS/ATES ein IC vor, das den bislang üblichen Übertrager im Telefon ersetzen kann. Es enthält je einen automatisch geregelten Verstärker für Aufnahme und Wiedergabe, die Automatik dient dazu, die Auswirkungen unterschiedlicher Kabellängen zwischen Teilnehmer und Amt auszugleichen.

Der Aufnahmeverstärker ist so ausgelegt, daß die bislang als Mikrofon dienende Kohlekapsel durch qualitativ höherwertige Ausführungen, wie z.B. dynamische Mikrofone ersetzt werden kann. Das IC erfüllt gleichzeitig die Funktion der „Eigengeräuschunterdrückung", damit ist die Absenkung des Pegels der von dem eigenen Mikrofon im eigenen Hörer hervorgerufenen Schwingungen zu verstehen. Das Bild zeigt den Versuchsaufbau eines mit dem IC LS 185 bestückten Handapparates.



Labormuster eines IC-bestückten Telefon-Handapparats.

Stickies: TTL-IC-Aufkleber



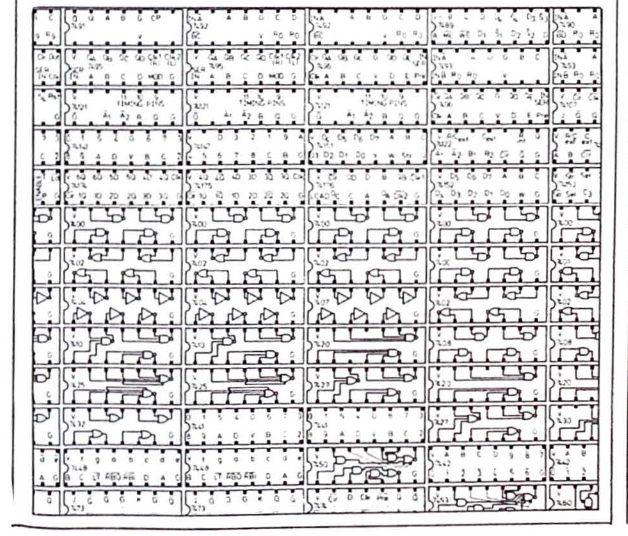
Endlich gibt es schicke Aufkleber für den Hobbyelektroniker. Allerdings gehören sie nicht auf's Auto oder auf den Reisekoffer, dafür sind sie zu klein. Sie passen nämlich (nur) auf TTL-ICs im 14- oder 16-poligen DIL-Gehäuse. Man klebt sie einfach auf, wobei natürlich auf die richtige Lage zu achten ist (Merkkerbe oder -punkt). Denn darum geht es bei den „Stickies": Die 14 oder 16 Anschlüsse eines TTL-ICs „hautnah" und möglichst sinnfällig zu kennzeichnen. Das geschieht mit dem Stikkie-Aufdruck, der aus Symbolen besteht, oder — wo diese zu kompliziert sind — aus den gängigen Kurzbezeichnungen für die Anschlüsse der Logik-Bausteine. Wer mit diesen Bausteinen bereits experimentiert oder Fehlersuche in fertigen TTL-Schaltungen betrieben hat, kennt das Problem. Kein Mensch kann sich die Anschlußbelegungen der -zig verschiedenen IC-Typen merken, und wer es versucht, stopft seine Gehirnschubladen mit einer Menge Informationen voll, ohne wirklich etwas zu lernen.

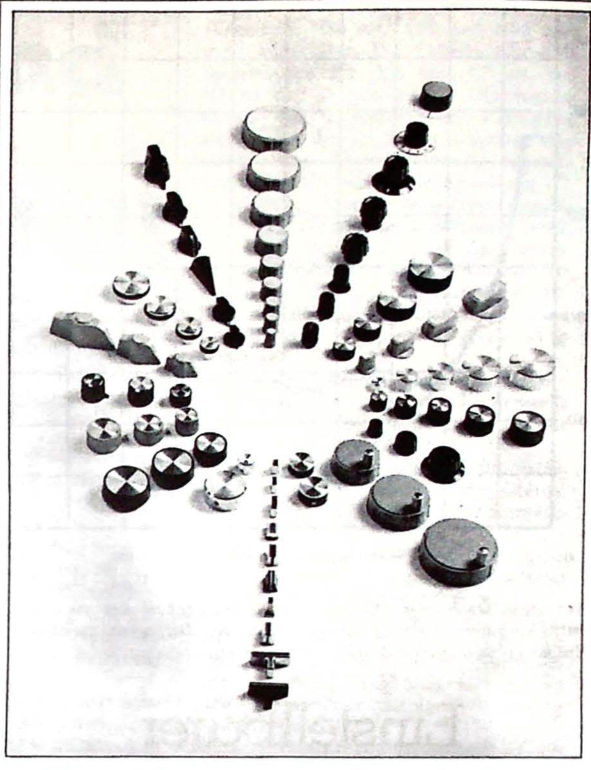
Die Stickies gibt es als Bogen im DIN A4-Format. Der Bogen enthält ca. 450 Aufkleber für 61 verschiedene IC-Typen. Die Reihenfolge von 7400 bis 74176 wiederholt sich viermal, einige weitere Typen sind enthalten. Die Häufigkeit pro Typ wurde nach Erfahrungswerten ausgewählt. Zusätzlich enthält jeder Bogen noch einige Blanko-Aufkleber noch Selbstbeschriften. Eine Vergleichstabelle für ICs mit unterschiedlicher Typenbezeichnung, aber gleicher Pin-Belegung erhöht die Verwendbarkeit des Bogens auf 81 verschiedene TTL IC-Typen.

Die Anwendungen: Experimente, auch für Versuchsaufbauten im Entwicklungslabor, Fehlersuche, Unterricht und Entwurf von Prints.

Mit DM 19,80 für den ganzen Bogen kostet das einzelne Stickie ca. 4,5 Pfennige. Im Hobbybereich ist der Bogen mit ziemlicher Sicherheit eine einmalige Anschaffung.

Bezugsquelle für Einzelbezug und Wiederverkauf: Bettin Electronic GmbH, Karlstr. 3. 6200 Wiesbaden.





Bedienungsknöpfe

„Ein Selbstbaugerät wird erst schön durch seine Bedienungsknöpfe", so könnte man fast sagen, wenn man die Riesenauswahl an Bedienungsknöpfen betrachtet, die während der electronica angeboten wurden. Unser Bild zeigt einen Ausschnitt aus dem Fertigungsprogramm des Odenwälder Kunststoffwerks (OKW), das auch Gehäuse herstellt.

Keep Smiling, Texas-Boy

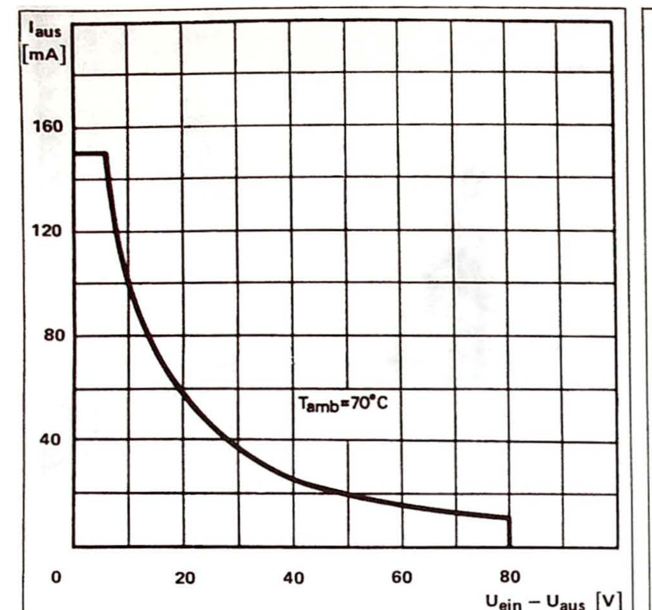
Kürzlich flatterte uns eine Pressemitteilung auf den Tisch, zwei Ausschnitte möchten wir unseren Lesern nicht vorenthalten:

...pannung ist übe... dynamische... ...and ...isch
0,2 Ohm zwischen 2,5 V und 36 V einstellbar. Das Produkt hat sehr kurze An-
stiegs- und Abfahrtzeiten bei einem geringen Ausgangsrauschen. Der Strom
liegt bei max. 100 mA.

Die genauen Abfahrtszeiten sind am Bahnhof Freising zu erfragen.

...einem Plastik-Silectgehäuse (LP) im erweiterten industriellen Temperatur-
bereich lieferbar. Der Preis beträgt bei einer Abnahme von 100 Stück
DM 1,95 (unverbindliche Preisempfehlung) und ist ab Lager lieferbar.

Die liefern jetzt sogar Preise ab Lager.



Aus dem Diagramm läßt sich die Abhängigkeit des maximal entnehmbaren Ausgangsstromes von der Differenz zwischen Eingangs- und Ausgangsspannung ablesen.

Einstellbarer Spannungsregler mit Ausgangsspannungen von 3V...77V

Dank der Hochvolt-Technologie gelang es, einen Spannungsregler zu entwickeln, der Eingangsspannungen bis zu maximal 80 V verarbeitet. Die Ausgangsspannung des neuen Reglers, Typ L 146 von SGS/ATES ist zwischen 3 V und 77 V einstellbar, er wird im 14poligen DIL-Gehäuse geliefert; die Pinbelegung sowie die externe Beschaltung entsprechen derjenigen des weitverbreiteten Reglers 723.

Der L 146 verfügt über integrierte Schutzschaltungen, die den Regler bei thermischer Überlast oder bei überhöhtem Ausgangsstrom abschalten, eine extern einstellbare Strombegrenzung ist ebenfalls vorgesehen. Der maximale Ausgangsstrom beträgt 150 mA, der Ausgangsstrom läßt sich, wie beim 723, durch externe Beschaltung mit Leistungstransistoren erhöhen. Sie müssen selbstverständlich eine der Eingangsspannung entsprechende Spannungsfestigkeit aufweisen.

Ein wichtiger, bei der Auslegung von Stromversorgungsschaltungen zu beachtender Faktor ist die Differenz zwischen Eingangs- und Ausgangsspannung des Reglers; das gilt übrigens für alle Regler! Ist die Differenz zwischen Eingangs- und Ausgangsspannung hoch, so „verbrät" der Regler selbst viel Leistung, die innerhalb des ICs in Wärme umgesetzt wird. Am Ausgang steht dann nur noch relativ wenig Leistung zur Verfügung.

Das Diagramm zeigt diese Abhängigkeit für den gesamten Eingangsspannungsbereich des L 146. Aus der Kurve ist z.B. abzulesen, daß bei einer Differenz von 20 V zwischen U_{ein} und U_{aus} nur noch etwa 50 mA (max.!) als Ausgangsstrom zulässig sind. (Tamb = Umgebungstemperatur)

Timer in MOS-Technologie

Intersil ist der Hersteller der in CMOS-Technologie gefertigten Timer ICM 7555 (single) und ICM 7556 (dual), sie sind äquivalent und pinkompatibel zu den bekannten (bipolaren) Timern 555 und 556. Das Blockschaltbild (Bild 1) zeigt, stark vereinfacht, die Funktionsgruppen des ICM 7555. Der Hersteller gibt einen garantierten Speisespannungsbereich von 2 V . . .18 V an, somit eignet sich das IC auch hervorragend für Batteriebetrieb mit niedriger Speisespannung. Zur Wirtschaftlichkeit trägt auch der niedrige Stromverbrauch bei, der Leerlaufstrom bei 2 V Speisespannung beträgt nur 60μA (typ.) und maximal 200μA. Die Steuerströme sind wegen der hochohmigen MOSFET-Eingänge sehr niedrig, ihr typischer Wert beträgt 20 pA.

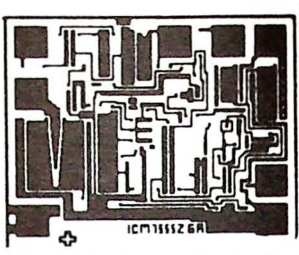


Bild 2: Stark vergrößerte Abbildung der Topographie eines Chips des MOS-Timers ICM 7555. Man beachte, daß die wahren Abmessungen nur 1,19 x 1,02 mm betragen!

Die komplementäre Ausgangsstufe kann sowohl TTL- wie MOS-Schaltungen steuern, wegen der MOS-Ausführung ist selbstverständlich der Ausgangsstrom niedriger als derjenige des bipolaren Typs 555. Daraus resultiert aber ein wichtiger Vorteil: Der sogenannte „Crowbar-Effekt" kann bei den MOS-Timern nicht auftreten.

Crowbar bedeutet wörtlich übersetzt: Brecheisen. In der Elektronik bezeichnet man mit Crowbar-Effekt die Auswirkung kurzzeitig auftretender Spitzenströme auf die Stabilität der Speisespannung. Kurzzeitige hohe Stromspitzen (spikes) können Einbrüche der Versorgungsspannung hervorrufen, sozusagen „mit dem Brecheisen Stücke aus der Versorgungsspannung herausbrechen". Um diesen Effekt aufzufangen oder zumindest abzumildern, ordnet man normalerweise Stützkondensatoren in unmittelbarer Nähe des Speisespannungsanschlusses der betreffenden ICs an.

Bei den MOS-Timern erübrigen sich diese Stützkondensatoren in den meisten Fällen, weil spikes in nennenswertem Umfang nicht auftreten. Die Grafik (Bild 3) zeigt die Verhältnisse.

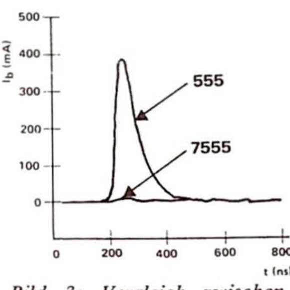


Bild 3: Vergleich zwischen Schaltspitzen (spikes) bei bipolaren und MOS-Timern.

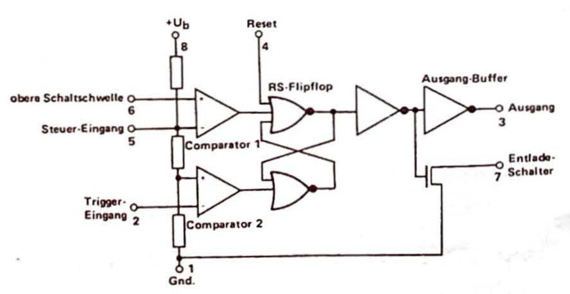
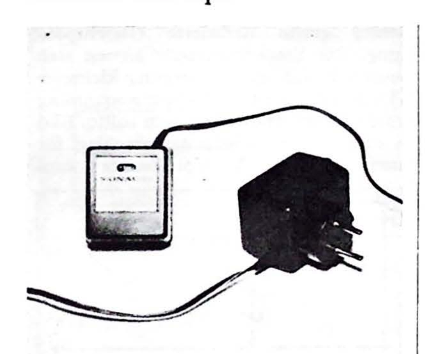


Bild 1: Blockschaltbild des MOS-Timers 7555

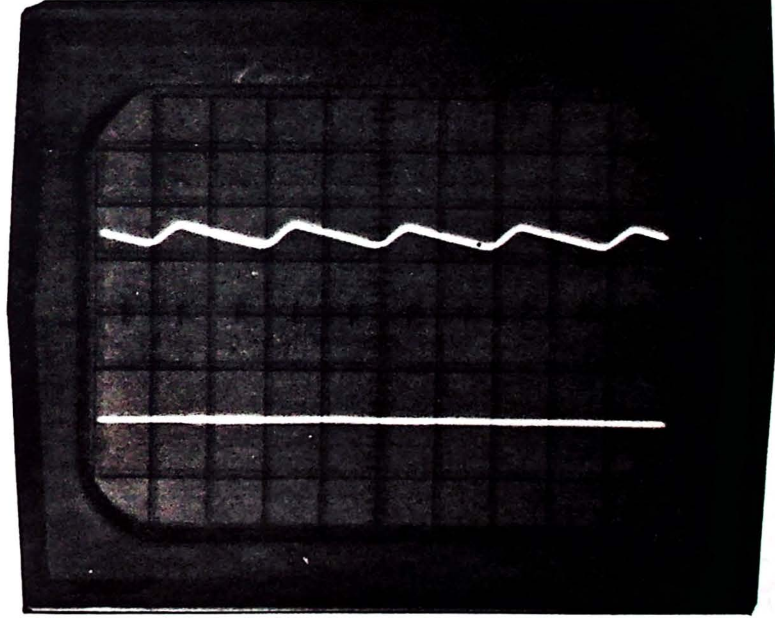
Praktisch und Preiswert: Steckernetzteil

**Im Laufe des letzten Jahres haben die „Steckernetzteile" den Hobbymarkt erobert; in einem Netzstecker, der natürlich schwerer ist als normale Netzstecker, befindet sich ein Netztrafo mit Gleichrichter und Ladekondensator. Heraus kommt – über das fest angeschlossene Kabel – eine Gleichspannung von 6, 7,5 oder 9 Volt. Der Umschalter für die Spannung ist in den Stecker eingebaut.
Zahlreiche elektronische Schaltungen können mit Steckernetzteilen „schnell" und preiswert gespeist werden. Der Beitrag gibt dazu wichtige Hinweise und Tips.**



Das Steckernetzteil, das gründlich mit Vielfachinstrument und Oszilloskop vermessen wurde und als unstabilisiertes Netzteil für die in diesem Beitrag beschriebenen Schaltungen dient.

Oft kommt es vor, daß zum Experimentieren oder für kleinere Schaltungen Speisespannungen zwischen 5 Volt und 9 Volt bei einem Strom bis ca. 300 Milliampere benötigt werden. Dazu sind nicht unbedingt teure Netzgeräte erforderlich. Die neuen umschaltbaren Steckernetzteile eignen sich oft für die genannten Aufgaben recht gut. Es handelt sich hier um Netzteile, die sich auf meist drei Gleichspannungsbereiche, und zwar auf 6, 7,5 und 9 Volt umschalten lassen. Das Innenleben eines solchen Gerätes ist in Bild 1 angegeben.
Es besteht aus einem Netztransformator mit Zweikammerwicklung, dessen Sekundärseite drei Anzapfungen hat, die über den eingebauten Umschalter wahlweise erreichbar sind. Es folgt ein Brückengleichrichter aus vier Einzeldioden mit anschließendem Ladeelko. Der Widerstand parallel zum Elko sorgt beim Umschalten von hoher Spannung auf einen niedrigeren Wert dafür, daß sich die neue Spannung auch dann schnell einstellt, wenn das Netzteil in dieser Situation nicht belastet ist.
Die oben genannten Spannungswerte gelten für eine Netzspannung von 220 Volt und einen Laststrom von 300 Milliampere. Bei geringerer Belastung sind die Werte etwas höher.
In der Tabelle sind alle Ausgangsspannungen für die drei Schalterstellungen und bei unterschiedlichen Belastungen (Leerlauf, 100 mA, 200 mA und 300 mA) aufgeführt. Die Tabelle gibt drei Spannungen U1, U2 und U3 an. Bei U1 handelt es sich um die Gleichspannung, die minimal zur Verfügung steht und die auch bei Überlagerung durch eine Brummspannung niemals unterschritten wird. Die Spannung U1 ist wichtig, wenn die Ausgangsspannung des Steckernetzteils stabilisiert wird; mit dieser Spannung muß die Stabilisierungsschaltung auskommen, sonst tritt am Ausgang trotz Stabilisierung ein Rest der überlagerten Brummspannung auf. U1 wurde mit dem Oszilloskop gemessen.
U2 ist die Brummspannung, die der Gleichspannung des Steckernetzteils überlagert ist. Sie wurde ebenfalls mit dem Oszilloskop gemessen.
U3 ist der mit einem Vielfachinstrument gemessene Mittelwert der Gleichspannung am Ausgang des Steckernetzteils.
In den Bildern 2 und 3 sind die Spannungen U1 bis U3 zur Verdeutlichung der Zusammenhänge eingetragen.
Noch einige Bemerkungen zu der Tabelle. Alle Werte gelten nur für die Netzspannung 220 Volt. Bei Netzüber- oder -unterspannung muß mit bis zu 10% mehr oder weniger Spannung gerechnet werden.
Bei der Brummspannung handelt es sich



*Schirmbildfoto bei der Einstellung des Steckernetzteils auf 6 Volt und einer Belastung von ca. 100 Milliampere. Der zweite Strahl des Oszilloskops läuft unten mit, um die Bezugslinie (Null Volt) anzudeuten.
Die Vertikalablenkung (sprich Empfindlichkeit) ist auf 2 Volt pro cm eingestellt. Da die Skala im Foto relativ noch gut zu sehen ist, lassen sich die für diese Einstellung des Netzteils geltenden Zahlen der Tabelle (6 Volt/100 Milliampere) kontrollieren. U1 (untere Spitze der Kurve) liegt bei 6,5 Volt, die Brummspannung U2 (Differenz zwischen den oberen und unteren Spitzen) liegt bei 1 Volt, und die Hälfte dieser Differenz, addiert zu U1, gibt etwa 7 Volt (U3 in der Tabelle).*

um eine Wechselspannung, die der Gleichspannung überlagert ist. Sie hat bei Zweiweg- und Brückengleichrichtung (wie im vorliegenden Fall) eine Frequenz von 100 Hertz, weil beide Halbwellen der sekundären Wechselspannung gleichgerichtet werden. Eine Frequenz von 50 Hertz hat die Brummspannung bei Einweggleichrichtung. Der Betrag der Brummspannung hängt von der Kapazität des Ladekondensators, aber auch von der Belastung ab. Fast vollständig beseitigen läßt sich die Brummspannung nur durch Stabilisierung.

5 Volt, stabilisiert

Ob die ungesiebte und mit zunehmender Belastung immer stärker verbrummte Ausgangsspannung des Netzteils ohne zusätzliche Maßnahmen zur Speisung eines Gerätes oder einer Experimentierschaltung geeignet ist, muß man von Fall zu Fall entscheiden. Ein „dicker" Ladeelko, der zusätzlich zum eingebauten Elko parallel zum Ausgang des Netzteils geschaltet wird, verringert zwar mit Sicherheit den Anteil der überlagerten Brummspannung, diese Lösung ist jedoch nicht ganz ungefährlich: Der entladene Elko ist in dem Augenblick, wenn man das Netzteil in die Netzdose steckt, praktisch ein Kurzschluß. In der Laborpraxis passiert es gelegentlich, daß der hohe Kurzschlußstrom, der beim „Einschalten" fließt, die Gleichrichterdioden zerstört.

Besser ist es deshalb, dem Steckernetzteil eine Stabilisierungsschaltung nachzuschalten. Mit den gängigen Festspannungsreglern ist das sehr einfach, und man erhält eine saubere, in ihrem Betrag genau definierte Gleichspannung. Die Steckernetzteile eignen sich besonders für die Versorgung kleinerer TTL-Schaltungen, deren Speisespannung grundsätzlich stabilisiert sein sollte. Bild 4 zeigt einen Schaltungsvorschlag für einen solchen 5 Volt-Zusatz zum

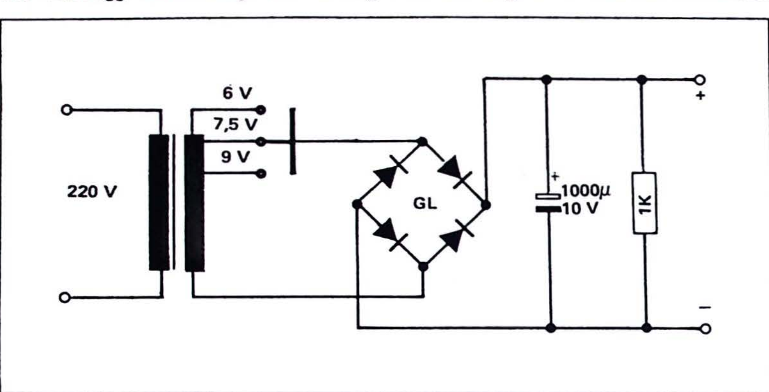


Bild 1. Die Schaltung des in diesem Beitrag besprochenen Steckernetzteils Typ PS – 69 von Monacor. Das Gerät liefert wahlweise eine von drei unterschiedlichen Gleichspannungen: 6 Volt, 7,5 Volt und 9 Volt, bei einer Belastbarkeit von 300 Milliampere.

Nennspannung	min. Spannung	Brummspannung	Mittelwert
6 V	**U1 (V)**	**U2 (V)**	**U3 (V)**
Belastung			
Leerlauf	8	0,1	8,0
100 mA	6,5	1,0	7,0
200 mA	5,5	1,5	6,4
300 mA	4,8	2,0	5,8
7,5 V			
Belastung			
Leerlauf	10,0	0,1	10,0
100 mA	8,0	1,0	8,6
200 mA	6,3	1,5	7,8
300 mA	6,0	2,0	7,2
9 V			
Belastung			
Leerlauf	11,8	0,1	12,0
100 mA	9,8	1,0	11,0
200 mA	8,5	1,5	9,2
300 mA	7,5	2,0	8,6

Die Tabelle gibt für die drei Schalterstellungen und für unterschiedliche Belastungen von Leerlauf bis 300 Milliampere die Ausgangsspannung des Steckernetzteils an. Mit einem Vielfachinstrument mißt man die in der rechten Spalte eingetragenen Spannungen U3. Die anderen Spannungen lassen sich mit einem Oszillografen ermitteln.

Interessant: In den drei Zeilen „Leerlauf" sind die Spannungen U1 und U3 praktisch gleich groß, weil bei Last Null keine Brummspannung auftritt; somit ist die Spannung U1 nicht noch von einer Brummspannung überlagert. Das Vielfachinstrument bildet jetzt beim Messen keinen Mittelwert, sondern zeigt die „reine" Gleichspannung U1 an. Die kleine, im Grunde genommen vernachlässigbare Differenz zwischen U1 und U3 in der Zeile für Leerlauf bei 9 Volt-Einstellung kann ein Ablesefehler beim Messen sein, aber es darf auch der im Steckernetzteil enthaltene Vorlast-Widerstand 1 Kilo-Ohm nicht vergessen werden, der das Netzteil mit 9 Milliampere belastet; der Oszillograf zeigt die überlagerte Brummspannung nämlich, wenn man genau hinsieht.

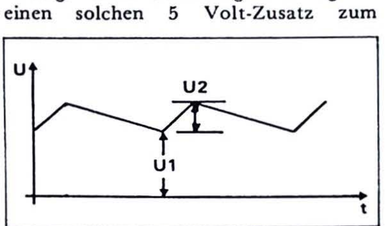


Bild 2. So sieht auf dem Oszilloskop die Ausgangsspannung des Steckernetzteils aus. Die Spannung fällt zu keinem Zeitpunkt unter den Wert U1; setzt man hinter das Steckernetzteil eine Stabi-Schaltung, so ist als zur Verfügung stehende Eingangsspannung des Netzteils (also die Spannung, die tatsächlich genutzt werden kann), der Wert U1 anzusetzen. U2 ist eine Restwechselspannung, die der Gleichspannung U1 überlagert ist

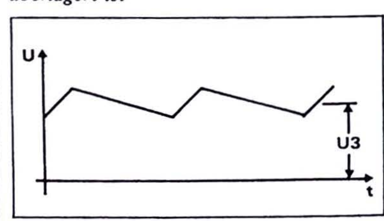


Bild 3. Noch einmal die Ausgangsspannung des Steckernetzteils U3 ist ein Gleichspannungsmittelwert, der von einem Vielfach- (Zeiger-) Meßinstrument angezeigt wird. Der gegenüber U1 höhere Wert U3 ist für eine nachfolgende Stabi-Schaltung nur dann nutzbar, wenn man die Kapazität des 1000 µF-Elkos im Steckernetzteil noch um einige 1000 µF heraufsetzen würde.

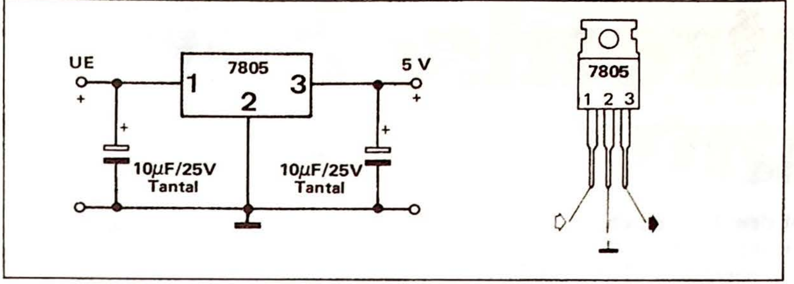


Bild 4. Stabilisierungsschaltung zum Steckernetzteil. Mit der stabilisierten Ausgangsspannung von 5 Volt bei 100 bis 300 Milliampere Belastbarkeit ist die Schaltung zur Versorgung zahlreicher Geräte, insbesondere für TTL-Aufbauten geeignet.

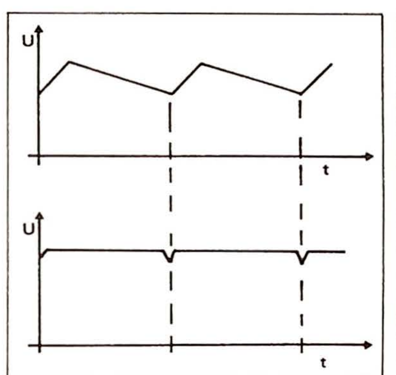


Bild 5. Spannungseinbrüche bei der stabilisierten Ausgangsspannung, deren Ursache eine zu geringe Spannung am Eingang des Reglers ist.

Steckernetzteil.

Es werden lediglich drei Bauteile benötigt: ein Festspannungsregler-IC, z.B. vom Typ 7805 (5 Volt) im TO-220-Gehäuse und die beiden kleinen Tantalelkos von 10µF/35 Volt. Die Elkos sollten in unmittelbarer Nähe der betreffenden IC-Anschlüsse montiert werden.

Bei einer Stabilisierung auf 5 Volt ist es unbedingt notwendig, daß die Gleichspannung U1 am Reglereingang um mindestens 1,5 bis 2 Volt höher als die Reglerspannung ist, hier also mindestens 6,5 bis 7 Volt beträgt, damit der Regler sicher arbeiten kann. Andernfalls ist im Takt der Brummspannung mit negativen Spannungsspitzen bei der Ausgangsspannung zu rechnen. Gerade bei TTL-Schaltungen können diese Spitzen die gesamte Funktion in Frage stellen.

Bild 5 zeigt unten die bei zu geringer Reglereingangsspannung entstehenden Störspitzen. Bei der Auslegung von stabilisierten Netzteilen ist immer darauf zu achten, daß dieser Effekt auch nicht bei Vollast und gleichzeitiger Netzunterspannung auftritt. Gerade abends, wenn der Hobbyelektroniker seiner Ambition nachgeht, hat die Netzspannung oft Werte von nur z.B. 195 Volt.

Dem Steckernetzteil mit nachgeschalteter Stabilisierung läßt sich ein Strom von 300 Milliampere entnehmen, dabei treten die negativen Spannungseinbrüche mit Sicherheit nicht auf. Der Schalter muß dabei auf 9 Volt stehen. Der Regler erwärmt sich um so stärker, je höher der Laststrom ist. Bei Vollast setzt er eine Leistung von

(9 Volt – 5 Volt) x 0,3 A = 1,2 Watt

in Wärme um. In den anderen Schalterstellungen beträgt die zulässige Laststromstärke bei noch ausreichenden Stabilisierungseigenschaften: 7,5 Volt – 200 mA, 6 Volt – 100 mA. Diese Stromangaben sind Richtwerte, sie können etwas nach unten oder oben abweichen und sind auf eine Netzspannung von 220 Volt bezogen.

Die im Festspannungsregler–IC eingebaute Strombegrenzung spricht bei einem Laststrom von 1 Ampere an, sie wird deshalb in obiger Schaltung nicht ansprechen, weil der kleine Trafo im Steckernetzteil nur 300 Milliampere liefert. Um den Trafo nicht zu überlasten und zu zerstören, ist also darauf zu achten, daß dem Netzteil kein Strom entnommen wird, der längere Zeit mehr als 300 Milliampere beträgt.

9 Volt, stabilisiert

Neben der Spannung von +5 Volt wird in vielen Geräten eine Speisespannung von +9 Volt benötigt. Handelt es sich um ein Gerät, das nur bis zu 100 Milliampere aufnimmt, so kann die in Bild 6 dargestellte Stabilisierungsschaltung in Verbindung mit dem Steckernetzteil verwendet werden. Es entfallen in dieser Schaltung der im Steckernetzteil eingebaute Ladeelko und die Gleichrichterdioden.

Bei den beiden Dioden D1, D2 und den Elkos C1, C2 handelt es sich um eine Spannungsverdopplerschaltung. Am Eingang des Reglers stellt sich im Leerlauf eine Spannung von ca. 24 Volt ein; bei Belastung mit 100 Milliampere geht die Gleichspannung auf ca. 14 Volt zurück.

Um nun für eine Ausgangsspannung von 9 Volt denselben Regler verwenden zu können, wird das Potential an Anschluß 2 dieses Bausteins um ca. 4 Volt angehoben. Dazu dient die Diode D3, eine Z-Diode 3,9 Volt. Somit entsteht am Ausgang des Reglers eine Spannung von 5 Volt + ca. 4 Volt, so daß die Gesamtausgangsspannung bei 9 Volt liegt. Der Widerstand R1 sorgt dafür, daß die Z-Diode mit dem richtigen Arbeitsstrom von ca. 5 Milliampere betrieben wird. Der Kondensator C3 am Ausgang der Schaltung verhindert Schwingneigung. Hier sollte eine Tantalausführung verwendet werden. Da aus einer Schaltung nie mehr Leistung herausgeholt werden kann, als hineingesteckt wird, kann dieser Stabilisierung ein Strom von nur ca. 100 Milliampere entnommen werden. Dieser Wert dürfte aber für viele Schaltungen ausreichend sein.

Der Schalter des Steckernetzteils muß auf 9 Volt eingestellt werden. Bei der angegebenen maximalen Belastung von ca. 100 Milliampere ist dann die Eingangsspannung des Reglers hoch genug, so daß eine sichere Stabilisierung der Ausgangsspannung gewährleistet ist. Die Eingangsanschlüsse der Stabilisierungsschaltung Bild 6 (gestrichelte Linie) sind direkt an die Sekundärwicklung des Transformators anzuschließen. Das sind beim Monacor-Modell die beiden Drähte, die vom Trafo zur Leiterplatte und von dort zum Gleichrichter führen.

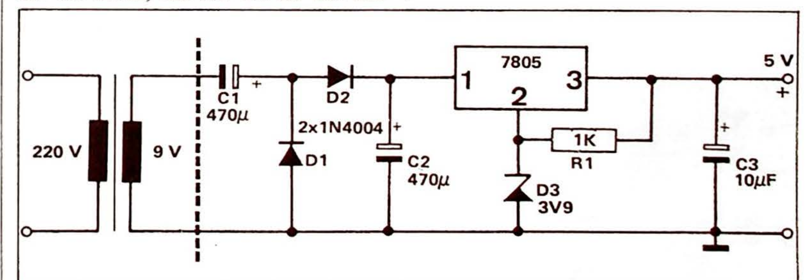
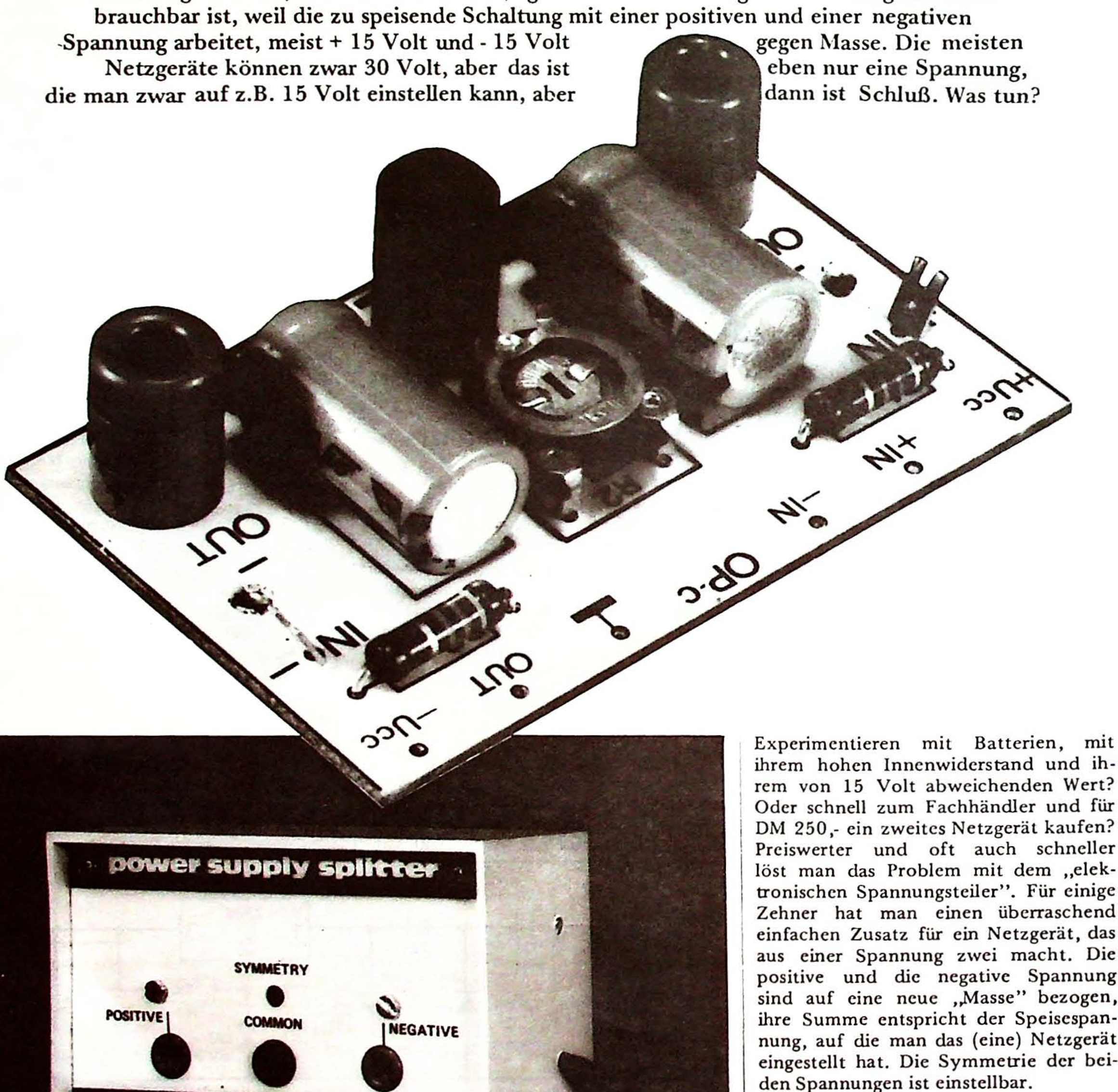


Bild 6. Ersetzt man den Gleichrichter im Steckernetzteil durch eine Spannungsverdoppler-Schaltung (C1, C2, D1, D2), so kann eine stabilisierte Spannung von 9 Volt erzeugt werden. Das für 5 Volt vorgesehene Regler-IC 7805 läßt sich auch in dieser Schaltung verwenden, wenn man die Fußpunktspannung (Anschluß 2 des IC's) mit einer Zenerdiode (D3) um ca. 4 Volt anhebt.

Elektronischer Spannungsteiler

Eine bekannte Situation auf dem Labortisch des Freizeitelektronikers: Gerade ist die Schaltung fertig geworden, die man nach der Beschreibung z.B. in einer Zeitschrift gebaut hat. Jetzt soll sie in Betrieb gesetzt werden, dazu ist eine Stromversorgung erforderlich. Dann zeigt sich oft, daß ein vorhandenes, gekauftes oder selbstgebautes Netzgerät nicht brauchbar ist, weil die zu speisende Schaltung mit einer positiven und einer negativen Spannung arbeitet, meist + 15 Volt und - 15 Volt gegen Masse. Die meisten Netzgeräte können zwar 30 Volt, aber das ist eben nur eine Spannung, die man zwar auf z.B. 15 Volt einstellen kann, aber dann ist Schluß. Was tun?



Experimentieren mit Batterien, mit ihrem hohen Innenwiderstand und ihrem von 15 Volt abweichenden Wert? Oder schnell zum Fachhändler und für DM 250,- ein zweites Netzgerät kaufen? Preiswerter und oft auch schneller löst man das Problem mit dem „elektronischen Spannungsteiler". Für einige Zehner hat man einen überraschend einfachen Zusatz für ein Netzgerät, das aus einer Spannung zwei macht. Die positive und die negative Spannung sind auf eine neue „Masse" bezogen, ihre Summe entspricht der Speisespannung, auf die man das (eine) Netzgerät eingestellt hat. Die Symmetrie der beiden Spannungen ist einstellbar.

Das Prinzip der Schaltung

Bild 1 soll das Prinzip der Schaltung erläutern, und es zeigt sich sofort, wa-

rum hier von einem Spannungsteiler die Rede ist.
Eine Spannung von 30 Volt, die ein Netzteil liefert, wird in zwei Teilspannungen von +15 Volt und -15 Volt aufgeteilt. Beide Spannungen haben einen gemeinsamen Bezugspunkt, es ist die Masse der zu speisenden Schaltung. Die beiden Widerstände R1 und R2 bilden den Spannungsteiler; wenn die Widerstände gleiche Werte haben, sind die Spannungen +U und -U in ihrem absoluten Wert ebenfalls gleich; sobald der Spannungsteiler an der Speisespannung 30 Volt liegt, fließt durch die beiden Widerstände der Strom I, er erzeugt an jedem Widerstand denselben Spannungsabfall, wenn deren Werte gleich sind. So entsteht an jedem Widerstand ein Spannungsabfall von 15 Volt, und zwar mit der in Bild 1 eingezeichneten Polarität.
Bezeichnet man den Knotenpunkt des Spannungsteilers als Masse, so entsteht an dem oberen Widerstand R1 eine Spannung von +15 Volt, bezogen auf Masse, an R2 entsteht die Spannung -15 Volt. Schaltet man nun noch zu jedem Widerstand einen Elko (C1, C2) parallel, der zur zusätzlichen Siebung und Stabilisierung der Spannung dient, so hat man im Prinzip eine „Plus/Minus"-Spannungsquelle.

Der nächste Schritt

Der Beitrag könnte hier enden, wenn die Sache so einfach wäre; eine Elektronik mit Halbleitern wäre dann natürlich unnötig. Die Prinzipschaltung nach Bild 1 ist in der Praxis völlig unbrauchbar. Bild 2 zeigt den Widerstands-Spannungsteiler im belasteten Zustand, und schon ist die Herrlichkeit zu Ende.
Die Last — in Bild 2 als Verbraucher bezeichnet — ist eine elektronische Schaltung, die z.B. integrierte Operationsverstärker enthält, sie benötigt deshalb je eine Spannung von +15 Volt und -15 Volt. Diese Schaltung belastet das Netzteil. Da hier nur diese Eigenschaft des Verbrauchers interessiert, kann er als zwei Widerstände R3 und R4 dargestellt werden. Wie kompliziert die Elektronik des Verbrauchers auch sein mag: Sie belastet ihre Stromversorgung immer mit einem bestimmten Strom, den man ersatzweise auch durch einen gewöhnlichen Widerstand fließen lassen kann, um sich die Sache besser vorstellen zu können. Der Widerstand muß dann einen bestimmten Wert haben, damit derselbe Strom fließt wie im „echten" Verbraucher. Wo zwei Versorgungsspannungen sind, gibt es meist auch zwei Verbraucher; R3 belastet die „Spannungsquelle" +U, R4 ist die Last für -U.

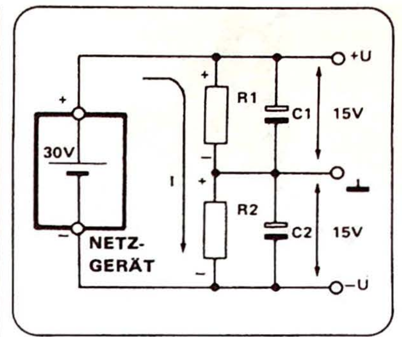


Bild 1. Die einfachste Lösung, aus einer Gleichspannung zwei zu machen: ein Spannungsteiler mit Widerständen.

Zwar werden die meisten OpAmps symmetrisch gespeist, d.h. die beiden Versorgungsspannungen haben gleiche Absolutwerte, die Belastung der beiden Spannungsquellen ist jedoch in der Regel unterschiedlich. Häufig dient die negative Versorgungsspannung in einem Gerät nur zur Versorgung der OpAmps, während mit der positiven Spannung auch andere „Verbraucher", z.B. Transistorstufen gespeist werden. Aufgrund der fast immer symmetrischen Belastung eines Plus/Minus-Netzteils sind die beiden Ersatzlasten R3 und R4 nicht als Festwiderstände, sondern als veränderliche Widerstände dargestellt.
Im übrigen kann sich die Stromaufnahme einer Schaltung im Betrieb sowieso ändern, ein bekanntes Beispiel hierfür ist ein NF-Verstärker mit einer bestimmten Einstellung der Endstufe, hier hängt die Stromaufnahme von der Aussteuerung des Verstärkers ab. Im Regelfall sind somit die Widerstände R3/R4 nicht gleich, somit sind es auch nicht die Parallelschaltungen R1/R3 und R2/R4, wenn R1 und R2 auch „zunächst", also vor der Zuschaltung des Verbrauchers, gleiche Werte haben. Der vorher am Knotenpunkt des Spannungsteilers vorhandene Wert der Spannung ändert sich, wenn die Last zugeschaltet wird. Die Konstanz der Speisespannung von 30 Volt nützt nichts, denn unterschiedliche Lastströme bringen den Spannungsteiler aus seinem Gleichgewicht. Das kann für die zu speisende Schaltung sehr gefährlich werden, weil von den beiden, z.B. 15Volt-Spannungsquellen, diejenige, die geringer belastet wird, plötzlich eine höhere Spannung als 15 Volt abgibt.
Man kann — das ist der nächste Gedankenschritt — die Widerstände R1 und R2 sehr niederohmig machen, damit die dann relativ hochohmigen Lastwiderstände R3 und R4 kaum noch Einfluß ausüben, wenn sie dem Spannungsteiler parallel geschaltet werden. Die beiden Teilspannungen bleiben dann fast konstant.
Diese Schaltung hat aber einen großen Nachteil: die beiden niederohmigen Widerstände R1 und R2 liegen (als Reihenschaltung) an der 30 Volt-Spannung, es fließt ein großer Strom durch diese Widerstände, der einmal eine Menge Wärme erzeugt, zum anderen überhaupt in keiner Weise sinnvoll genutzt wird; der Spannungsteiler und somit die Stromversorgung als ganzes hätte einen sehr niedrigen Wirkungsgrad.

Mit Transistoren geht es!

Transistoren können als steuerbare Widerstände angesehen werden. Dank dieser Eigenschaft läßt sich der Wirkungsgrad des elektronischen Spannungsteilers erheblich verbessern. Man läßt zunächst die beiden Lastwiderstände ihren eigenen Spannungsteiler bilden; natürlich stellt sich am Knotenpunkt mit fast absoluter Sicherheit ein falsches Potential ein, aber zu jedem Lastwiderstand liegt ein steuerbarer Widerstand parallel. Wird nun in einer Hälfte der Stromversorgung mehr Strom gezogen als in der anderen Hälfte, so will die Spannung in diesem Teil zunächst abnehmen. Der Trick besteht nun darin,

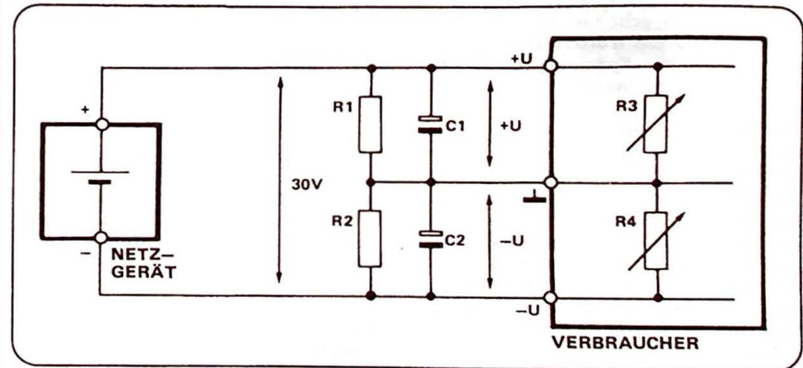


Bild 2. Hier zeigen sich die Nachteile des einfachen Spannungsteilers aus Bild 1. Werden nämlich die beiden Teilspannungen mit veränderlichen Widerständen R3/R4 ungleichmäßig belastet, dann ist die Symmetrie weg.

daß man den Laststrom in der anderen, „zu wenig" belasteten Hälfte mit dem dort zuständigen, zu dem Lastwiderstand parallel geschalteten steuerbaren Widerstand (Transistor) so weit erhöht, daß das Mittenpotential am Knotenpunkt wieder stimmt. Die Ströme haben dank der Transistorsteuerung immer denselben Wert; der Gesamtstromverbrauch ist das Doppelte des Laststroms, der in der höher belasteten Hälfte fließt. Bei einer Anordnung nach Bild 2 dagegen müßte dem 30 Volt-Netzteil ein Strom entnommen werden, der das fünf- bis zehnfache des tatsächlich erforderlichen Laststroms beträgt, wenn die Mittenspannung einigermaßen stabil sein soll.

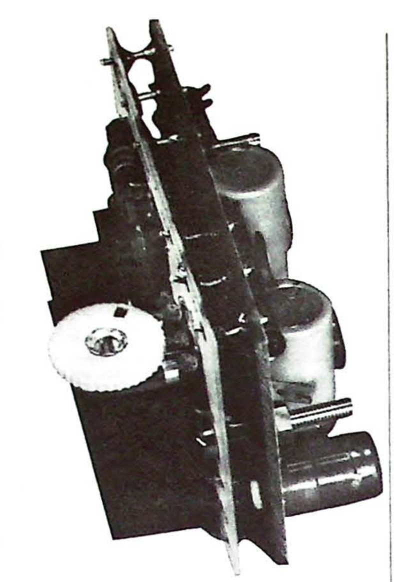
Bild 3 zeigt das Prinzip. Die beiden Widerstände R1 und R2 aus Bild 2 sind durch zwei Transistoren T1 und T2 ersetzt worden. T1 ist ein NPN-, T2 ein PNP-Typ (Richtung des Emitterpfeils beachten). Die beiden Basisanschlüsse sind miteinander verbunden und liegen am Abgriff eines Potentiometers R1. Die äußeren beiden Anschlüsse dieses Potis liegen an der Speisespannung des Einfach-Netzgerätes, also an 30 Volt im früher gewählten Zahlenbeispiel.

Die Funktion der Schaltung läßt sich noch in anderer Weise erklären als zu Anfang dieses Abschnitts geschehen. T1 und T2 können jeder für sich als Emitterfolger aufgefaßt werden; die Spannung, auf welche die Basis mit dem Poti eingestellt ist, erscheint (jeweils vermindert um ca. 0,7 Volt) auch am Emitter des betreffenden Transistors. Widerstand R2 mit seinem parallel geschalteten, steuerbaren „Widerstand" T1 bildet den Lastwiderstand für den Emitterfolger T2. Für Emitterfolger T1 sind die parallel liegenden T2 und R3 der Lastwiderstand in der Emitterleitung.

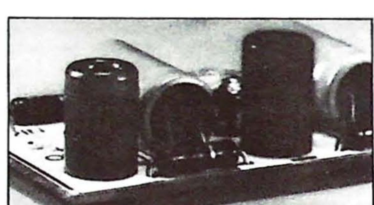
Stellt man das Poti R1 so ein, daß die zusammengeschalteten Basisanschlüsse der Transistoren auf halbem Speisespannungspotential liegen, dann stellen sich auch die beiden Emitter auf dieses Potential ein (ganz stimmt das zwar nicht, aber es geht hier nur ums Prinzip). Mit anderen Worten: Die eingangsseitig vorhandene Spannung von 30 Volt wird in zwei Spannungen von je 15 Volt geteilt.

Man kann dann von zwei symmetrischen Spannungen sprechen, wenn man den Mittelpunkt (die beiden Emitter) als Masse bezeichnet, auf die sich die Potentiale an den Ausgängen des 30 Volt-Netzteils beziehen. Am positiven Ausgang des Netzteils steht nun die positive Speisespannung zur Verfügung, am negativen Ausgang die zur positiven Spannung symmetrische negative Spannung.

Was geschieht im einzelnen in der Schaltung, wenn die beiden Lastwiderstände R2 und R3 nicht gleiche Werte haben?



„Sandwich"-Bauweise: O.P.A. mit Zusatz



So kann man 4 mm-Buchsen selbst herstellen: aus Einzelteilen der üblichen Telefonbuchsen.

Es wird für die Betrachtung der Fall angenommen, daß R2 den niedrigeren Widerstandswert hat. Das Potential am Masse-Punkt will sich in Richtung auf das positive Potential verschieben, die vorher eingestellte Symmetrie geht verloren. Die beiden Transistoren sind bei Symmetrie beide schwach leitend, jetzt aber steigt das Potential am Emitter. Für T1 bedeutet dies, daß die Spannungsdifferenz zwischen Basis und Emitter kleiner wird; bei T2 wird diese Differenz größer. T2 leitet nun besser, sein Widerstand zwischen Kollektor und Emitter nimmt ab. Bei T1 ist es umgekehrt, die verringerte Steuerspannung zwischen Emitter und Basis bewirkt eine Zunahme des Widerstandes der Kollektor/Emitter-Strecke. Betrachtet man, wie es hier geschieht, die Kollektor/Emitter-Strecke eines Transistors als steuerbaren Widerstand, dann verringert sich im gewählten Beispiel der Widerstand von T2, der Widerstand von T1 nimmt zu.

Die Transistoren verhalten sich somit bildlich gesprochen wie „automatisch" gesteuerte, einstellbare Widerstände, so als ob die beiden Widerstände R1 und R2 in Bild 2 über eine sie steuernde Elektronik in ihrem Wert veränderlich seien, und zwar so, daß sich bei wechselnden Belastungen der beiden Speisequellen selbsttägig die Symmetrie einstellt.

Noch besser mit OpAmp

Eine Schaltung wie in Bild 3 ist zwar in der Praxis zu gebrauchen, aber wenn man höhere Anforderungen an die Stabilität der beiden erzeugten Spannungen und ihre Symmetrie stellt, ist es besser, die beiden Transistoren als Stellglieder in einen Regelkreis für die Ausgangsspannung einzubeziehen. Dieser Regelkreis braucht einen Verstärker, das ist, wie Bild 4 zeigt, in diesem Fall ein Operationsverstärker (OpAmp) IC1. Die beiden Basisanschlüsse der Transistoren liegen nun nicht mehr am Abgriff eines Potentiometers, sondern am Ausgang des OpAmps. Von den beiden Eingängen des ICs liegt der positive am Abgriff des Symmetrie-Potis, der negative, invertierende ist mit dem künstlichen Massepunkt verbunden. Der OpAmp steuert seinen Ausgang so, daß die Differenzspannung zwischen seinen Eingängen fast Null wird. Da der positive Eingang auf einem vorgegebenen Potential liegt (15 Volt gegen den Minus- bzw. Massepol des primären Netzteils), stellt der OpAmp seinen Ausgang auf dasselbe Potential ein, dann liegt nämlich über die Rückführung vom Massepunkt des Ausgangs auch der negative Eingang auf 15 Volt bzw. Null Volt, bezogen auf den Ausgang der Schaltung. Bei dieser Betrachtung ist allerdings zu berücksichtigen, daß zwischen dem Ausgang des OpAmps und dem Masse-Ausgang der Schaltung noch die beiden Transistoren liegen. Da der negative Eingang des OpAmps am Masse-Ausgang „fühlt", sorgt der OpAmp dort für das richtige Potential, das von dem am positiven Eingang eingestellten Betrag kaum meßbar abweicht. Am Ausgang des OpAmps selbst kann bei Symmetrie durchaus ein von 15 Volt bzw. Null Volt abweichender Wert gemessen werden, jedoch ist diese Spannung uninteressant, weil es auf die richtige Ausgangsspannung der Schaltung ankommt.

Tritt in dieser Schaltung eine ungleichmäßige Belastung der beiden Ausgänge +U und -U auf, so erfährt der negative OpAmp-Eingang dies sofort, es entsteht eine Differenzspannung zwischen den beiden Eingängen. Der OpAmp steuert nun über seinen Ausgang die beiden Transistoren so, daß diese Differenzspannung (fast) Null wird. Das System sorgt selbsttätig für Symmetrie der beiden Ausgangsspannungen.

Diese haben somit unter allen Betriebsbedingungen denselben Betrag. Natürlich mit einer Einschränkung, denn die Transistoren können nur bis zu einer

bestimmten Grenze Strom liefern, darüberhinaus geht nichts mehr, weil sie zu warm werden.

Die Schaltung

Bild 5 zeigt die Schaltung des elektronischen Spannungsteilers. Der mit „O.P. A." bezeichnete Kasten ist ein „Operational Power Amplifier", der in P.E. Heft 4/78 ausführlich beschrieben wurde.

Vergleicht man die Schaltung in Bild 4 mit den „Eingeweiden" des O.P.A., so sieht man unmittelbar zahlreiche Übereinstimmungen. Der Leistungs-Operationsverstärker ist tatsächlich nicht mehr als ein integrierter OpAmp mit nachgeschalteten Transistorstufen zur Leistungsverstärkung, deshalb kann der O.P.A. hier praktisch unmittelbar eingesetzt werden.

Die Anschlüsse +Ucc und -Ucc werden mit den Ausgängen des primären Netzteils verbunden. Der positive Eingang des O.P.A. liegt am Abgriff 4 eines Spannungsteilers, der aus einem Trimmpoti R2 und zwei Festwiderständen R1, R3 besteht. Mit dem Trimmer kann die Symmetrie der beiden Ausgangsspannungen exakt eingestellt werden. Der negative Eingang liegt unmittelbar am Ausgang des O.P.A., der gleichzeitig Ausgang der Gesamtschaltung ist, denn die Transistoren aus Bild 4 sind ja bereits im O.P.A. „integriert".

Die beiden Polklemmen des primären Netzteils sind nicht nur mit den Speiseanschlüssen des O.P.A., sondern auch mit den Ausgangsbuchsen des elektronischen Spannungsteilers für die positive und die negative Spannung verbunden. Der Masse-Anschluß des O.P.A., in Bild 5 zwischen den beiden Eingängen eingezeichnet, wird nicht benötigt; die Masse der Schaltung ist selbstverständlich der O.P.A.-Ausgang.

Die Elkos C1 und C2 dienen zur Siebung der Ausgangsspannungen „an Ort und Stelle", sie liefern bei kurzzeitiger Spitzenbelastung Strom an den Verbraucher, so daß die Regelung bei solchen Belastungsänderungen weniger beansprucht wird. Diese beiden Kapazitäten tragen somit zur Stabilität der Anordnung bei. Das gilt auch für die beiden Widerstände R4 und R5, sie bilden eine Vor- oder Grundlast für das Doppel-Netzteil; man läßt Verstärkerausgänge (hier: der O.P.A.) nicht gern offen, weil es dann leicht zu wildem Schwingen kommt.

Gegenüber der Schaltung in Bild 4 ist noch eine Erweiterung zu erklären: Der O.P.A. enthält nicht zwei, sondern vier Transistoren. Sie sind tatsächlich erforderlich, weil der Ausgang des verwendeten ICs 741 nicht den Strom liefern kann, der zur Steuerung der Leistungs-Transistoren erforderlich ist, auch wenn es sich um relativ „kleine" Leistungstransistoren handelt.

Bauhinweise

Der Print für den elektronischen Spannungsteiler hat dieselben Abmessungen wie der bereits früher beschriebene O.P.A.-Print. Das ist kein Zufall, denn es ist vorgesehen, daß die beiden Prints zu einer kompakten Einheit montiert werden.

Zunächst wird jedoch der Zusatzprint bestückt. Die beiden Elkos sind Printausführungen, die normalerweise senkrecht montiert werden; man kann sie aber auch, wie hier geschehen, hinlegen. Als Trimmer sind Ausführungen für liegende Montage vorgesehen, es können Typen mit den Rastermaßen 5x10 oder 10x12,5 verwendet werden.

Für die drei Buchsen zeigen die Fotos eine Konstruktion, bei der aus den Ein-

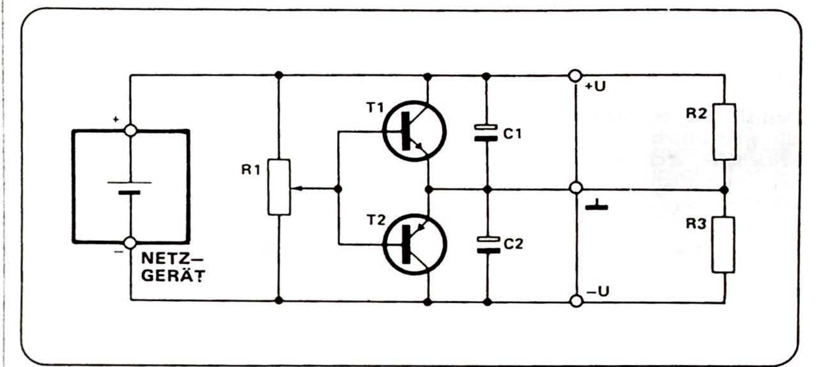


Bild 3. Der erste Schritt zum elektronischen Spannungsteiler: zwei Emitterfolger.

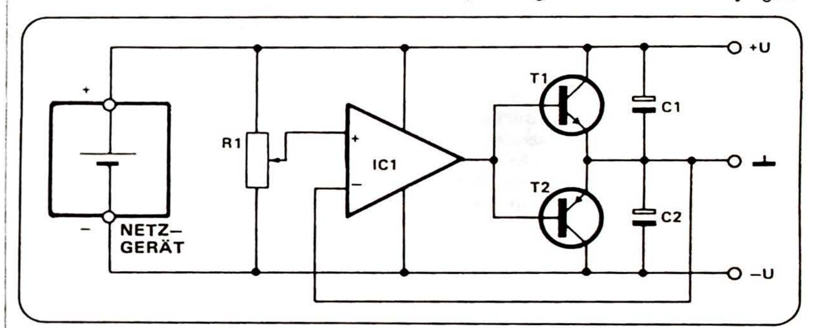


Bild 4. Die zweckmäßige Lösung: ein Operationsverstärker steuert die Transistoren.

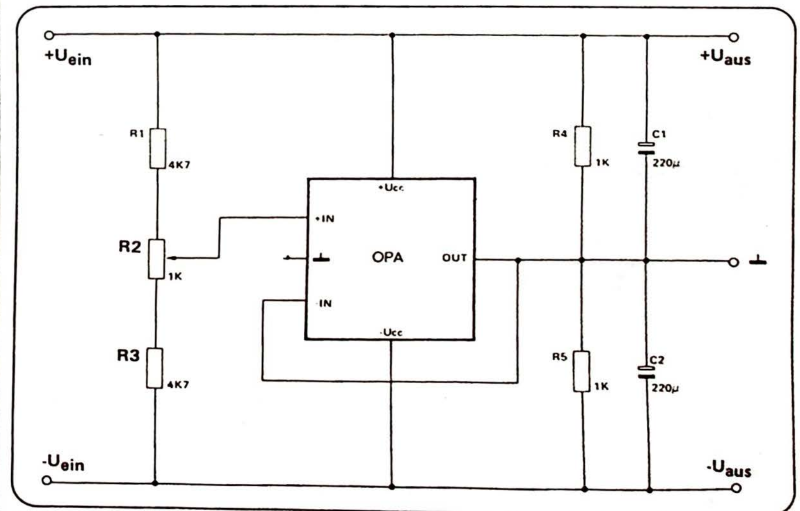
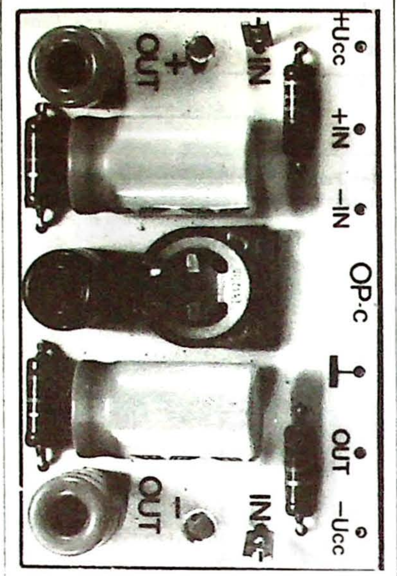


Bild 5. Die endgültige Schaltung verwendet einen O.P.A., beschrieben in Heft 4/78.

zelteilen von zwei Telefonbuchsen jeweils eine Buchse entsteht, die ca. 15 mm Bauhöhe über dem Print hat. Es können auch fertige Buchsen, wie etwa die in der Stückliste angegebenen Typen verwendet werden.

Zusammenbau der Prints

Ist auch der O.P.A.-Print fertig bestückt (ausführliche Beschreibung siehe P.E. 4/78), dann können die beiden Prints zusammenmontiert werden. Die beiden Platten stehen in einem Abstand von 5 mm mit einander zugekehrten Kupferseiten.
Deshalb ist es zunächst erforderlich, alle weit abstehenden Teile wie Schraubenschäfte, dick aufgetragenes Lötzinn usw. zu entfernen. Eine Feile und eine kräftige Zange sind für diese Arbeiten erforderlich.
Nun werden die beiden Prints „pro forma" mit 5 mm Abstandsröhrchen, Schrauben und Muttern zusammenmontiert, man kann das Gespann dann auf eventuelle Kurzschlüsse kontrollieren. Ist alles in Ordnung, dann trennt man die Prints wieder, weil zunächst das Gehäuse bearbeitet werden muß.
In die Metall-Frontplatte, mit der das in der Stückliste angegebene Gehäuse ausgestattet ist, kommen fünf Bohrungen, zwei zur Befestigung des Print-Gespanns und drei für die Buchsen, an denen das dual zu speisende Gerät angeschlossen wird. Seitlich bringt man noch zwei Bohrungen für die Durchführung der vom primären Netzteil kommenden Kabel an.
Dann baut man die beiden Prints und die Frontplatte zusammen, dazu dienen zwei Schrauben M3x30. Den Abstand zwischen Frontplatte und Teiler-Print, der wegen der Buchsen natürlich vorne liegen muß, bestimmen zwei Abstandsröhrchen 15 mm, zwischen den beiden Prints beträgt der Abstand wie bereits erwähnt 5 mm, hier dienen ebenfalls Abstandsröhrchen zur Fixierung in der richtigen Lage. Ist der Dreidekker richtig zusammengesteckt, können die Muttern aufgeschraubt werden. Man achte darauf, daß die beiden Ausschlußreihen einander gegenüberliegen. Denn zwischen den beiden Prints bilden sechs blanke Drahtstücke die elektrische Verbindung, wobei diese Lötstellen durch die quadratischen Lötinseln augenfällig gekennzeichnet sind.



Der O.P.A.-Print hat einem Trimmer zur Ruhestromeinstellung. Wenn der O.P.A. als Verstärker in NF-Geräten eingesetzt wird, ist die Ruhestromeinstellung bzw. der Ruhestrom selbst unverzichtbar, um einen geringen Klirrfaktor zu gewährleisten. Hier jedoch ist ein Ruhestrom nicht erforderlich, deshalb wird der Trimmer (der als einstellbarer Widerstand geschaltet ist) auf Null Ohm gedreht, das ist dann geschehen, wenn der Abgriff auf der dem OpAmp-IC zugewandten Seite des Trimmer-Körpers steht.
Die beiden Kabel, welche die Verbindung zu dem primären Netzteil herstellen, sollten eine Länge von etwa 1/2 m haben. Innerhalb des Gehäuses wird ein Knoten zur Zugentlastung in die Kabel gelegt, zur Verbindung dienen zwei Steckschuhe, die auf die Lötstifte „IN" auf dem Print passen.

Arbeiten mit dem Spannungsteiler

Das Netzteil, aus dem man den elektronischen Spannungsteiler speist, darf eine Gleichspannung von maximal 36 Volt abgeben bzw. bis auf höchstens diesen Wert eingestellt werden. Diese Grenze ist durch den Operationsverstärker im O.P.A. gegeben, dieses IC verträgt maximal 2x18 Volt Speisespannung. Der Spannungsteiler arbeitet noch zuverlässig bis herab zu einer Eingangsspannung von 10 Volt, so daß man 2x5 Volt „machen" kann.
Es empfiehlt sich, die Schaltung nur aus einem Netzgerät mit eingebauter Strombegrenzung oder Kurzschlußsicherung zu betreiben. Der Spannungsteiler hat keine Sicherheitsmaßnahme, so daß für ihn und ein ihn speisendes, ungesichertes Gerät die Experimentierpraxis nicht ungefährlich ist. Insbesondere die Endtransistoren im O.P.A. sind gefährdet.
Die Einstellung ist außerordentlich einfach. Man stellt zuerst das primäre Netzgerät auf die erforderliche Gesamtspannung ein. Mit einem Vielfachinstrument mißt man abwechselnd zwischen Masse und +Uaus und zwischen Masse und -Uaus. Der Trimmer wird dabei so eingestellt, daß die beiden Spannungen gleiche Beträge haben.
Natürlich sind gegenüber einem echten dualen Netzteil die Möglichkeiten des elektronischen Spannungsteilers beschränkt. Das ändert aber nichts an der Tatsache, daß auch dieses Gerät für jedes Hobby-Labor eine sehr nützliche Erweiterung ist, weil es für fast alle vorkommenden Aufgaben spannungs- und strommäßig ausreichend dimensioniert ist.
Bei annähernd symmetrischer Belastung der beiden Ausgänge hat der elektronische Spannungsteiler eine hohe Belast-

Der Print für den Spannungsteiler-Zusatz

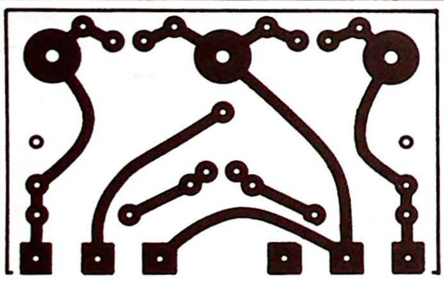


Bild 6. Kupferseite des Zusatzprints, der die wenigen Bauteile des elektronischen Spannungsteilers aufnimmt.

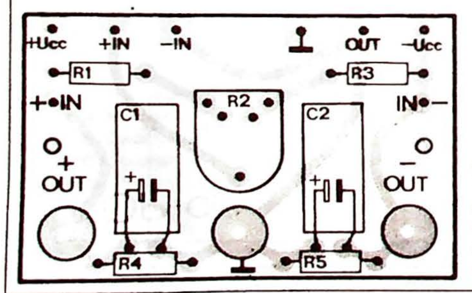


Bild 7. Bestückungplan. Der Trimmer R2 ist für liegenden Einbau vorgesehen, es können aber Ausführungen mit verschiedenen Rastermaßen verwendet werden.

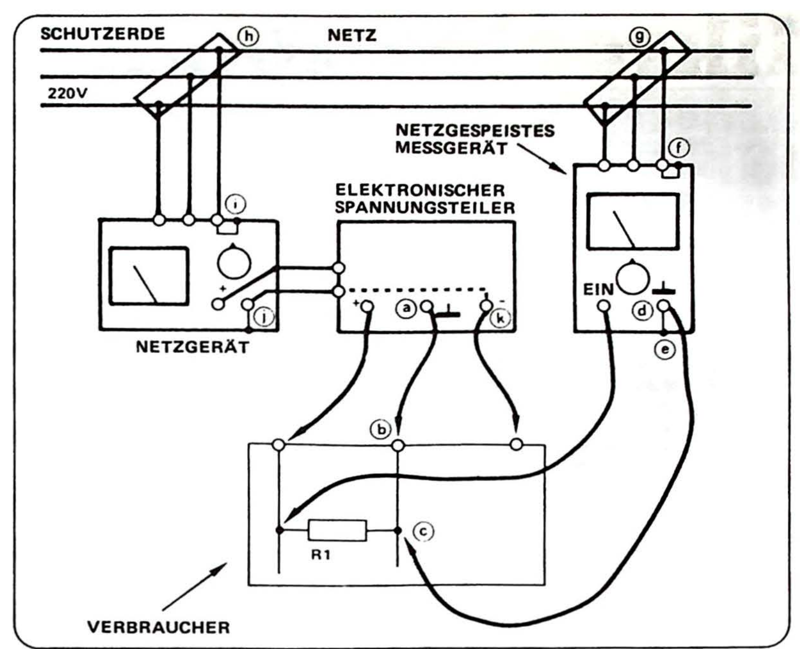


Bild 8. Eine „gefährliche" Situation, die in der Laborpraxis leicht entstehen kann: Kurzschluß zwischen zwei Ausgangsanschlüssen des elektronischen Spannungsteilers.

barkeit, wenn man das überhaupt so nennen darf. Er ist nämlich bei voll symmetrischer Belastung gar nicht richtig in Betrieb, weil an keinem der Lastwiderstände aus Symmetriegründen ein Strom zusätzlich vorbeigeleitet werden muß. Der Masse-Ausgang des elektronischen Spannungsteilers ist dann stromlos, weil sich der Strom im negativen Zweig gegen den Strom im positiven Zweig aufhebt. Die Endtransistoren im O.P.A. werden nicht belastet, so daß die entnehmbare Leistung in diesem Fall nur von dem primären Netzteil abhängt.

Die Endtransistoren im O.P.A. sollte man nicht mit mehr als ca. 250 Milliampere betreiben. Dies ist somit die maximal zulässige Unsymmetrie der Belastungen, falls überhaupt Ströme dieser Größenordnung bei OpAmps jemals benötigt werden. Ein Beispiel für eine stark unsymmetrische Belastung: Das Modul DM der P.E.-Meßmodul-Serie. Mit +15 Volt werden nicht nur die OpAmps gespeist, sondern auch die Siebensegment-Anzeigen, die ziemlich viel Strom verbrauchen. Dagegen wird die -15 Volt-Seite eines dualen Netzteils nur mit wenigen Milliampere belastet. Der elektronische Spannungsteiler kann das DM-Modul gerade noch versorgen, dann wird allerdings einer der Endtransistoren im O.P.A. ziemlich heiß.
Dies ist allerdings ein ziemlich extremes Beispiel. Gedacht ist das Gerät nämlich für OpAmp-Schaltungen, da reichen dann einige -zig Milliampere immer.

Praxisproblem: Unbeabsichtigte Kurzschlüsse

In der Betriebspraxis des elektronischen Spannungsteilers kann häufig eine Situation entstehen, wie sie in Bild 8 angedeutet ist: Ein netzbetriebenes Gerät, etwa ein Generator für Rechteck- oder Sinusspannungen, wird zusätzlich mit der dual zu speisenden Schaltung verbunden. Dann ist leicht ein Kurzschluß da.
In Bild 8 hat das primäre Netzgerät ein Kabel mit Schutzerde-Leiter (h), wie es sich gehört. Dieses Kabel ist im Netzgerät wie üblich mit dem Metallgehäuse bei (i) verbunden. Oft liegt auch die Klemme oder Buchse des negativen Pols auf „Masse" oder „Chassis-Masse" (j). Beim zusätzlich benutzten Meßgerät liegt auch eine der Buchsen am Schutzerde-Leiter, wenn das Gerät nicht „erdfrei" ist, wie das leicht unkorrekt genannt wird. Es gibt z.B. elektronische Vielfach-Meßinstrumente, bei denen die für verschiedene Meßarten gemeinsame Buchse „Common" (d) bei (e) geerdet ist.
Verbindet man den elektronischen Spannungsteiler mit dem primären Netzgerät, so liegt sein Ausgang -Uaus an der echten Netzmasse (gestrichelte Linie in Bild 8). Dasselbe gilt aber auch für den Masseausgang des Spannungsteilers („Common"), wenn die zu speisende Schaltung angeschlossen ist, wo man gerade den Masseanschluß über eine Meßstrippe und den Common-Anschluß des Meßgerätes mit der Netzerde verbunden hat.
Ein idealer Kurzschluß also zwischen dem Masseausgang des Spannungsteilers und dem negativen Ausgang. Die Buchstaben a bis k, die in Bild 8 eingezeichnet sind, zeigen den Weg, auf dem eine leitende elektrische Verbindung zwischen den betreffenden Ausgangsbuchsen des Spannungsteilers zustande kommt.

Es gilt deshalb die Forderung, daß zur Speisung des elektronischen Spannungsteilers unbedingt ein Netzgerät mit erdfreien Ausgangsbuchsen verwendet wird. Gute Netzteile sind meist erdfrei, aber es kann nichts schaden, sich vorher zu überzeugen, daß nichts passieren kann: Zwischen dem Metallgehäuse und der negativen Buchse muß ein Ohmmeter oder ein auf Ohmmessung geschaltetes Vielfachinstrument einen unendlich hohen Widerstandswert anzeigen. Bei eloxierten Metallgehäusen muß man natürlich darauf achten, daß man tatsächlich eine Stelle an der Oberfläche erwischt, die leitet; am besten hält man die Meßstrippe an eine Metallschraube.

Stückliste

WIDERSTÄNDE 1/4 Watt, 5%

R1, R3	=	*4,7 k-Ohm*
R2	=	*1 k-Ohm, Trimmer RM 5x10 oder 10x12,5*
R4, R5	=	*1 k-Ohm*

KONDENSATOREN

C1, C2	=	*220 µF, 25 V, Printausf., RM5*

SONSTIGES

3 x 4 mm-Buchsen, Hirschman Bil 20 oder Bil 30 oder Bug 10, je 1x rot, gelb und schwarz
1 x Gehäuse Teko P2
2 x Lötstifte RTM
2 x Steckschuhe RF
2 x Abstandsröhrchen 15 mm
2 x Abstandsröhrchen 5 mm
2 x Schrauben M3x 30
2 x Muttern M3
1 x Print nach Bild 6/7



Was ist Mikroelektronik?

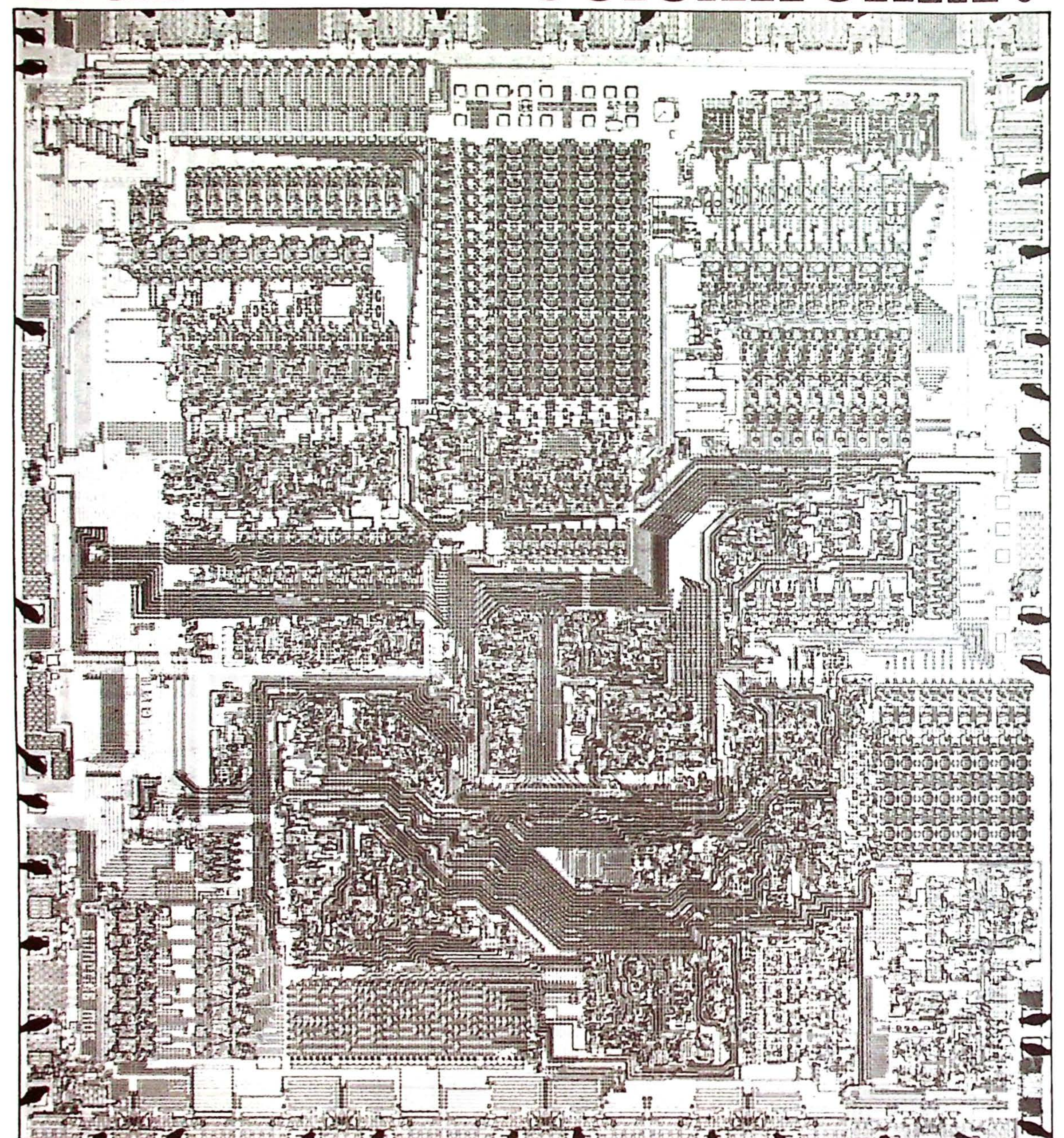


Bild 1. Das Kristallfoto des Mikroprozessors 2650 zeigt (stark vergrößert), daß hier zu Recht von Mikroelektronik die Rede ist.

Mikroelektronik bedeutet nicht, daß künftige P.E.-Schaltungen so winzige Abmessungen aufweisen, daß sie nur noch mit Hilfe eines Mikroskops aufgebaut werden können. Gemeint ist vielmehr das Ergebnis einer ständig fortschreitenden Miniaturisierung der in einem integrierten Schaltkreis enthaltenen Bauelemente. Das führt zu immer größerer Packungsdichte. Auf dem Chip, einem winzigen Kristallplättchen, werden immer mehr Bauelemente untergebracht.

Die Geburtsstunde der Mikroelektronik schlug, als es den Elektronik-Entwicklern Anfang der 60er Jahre gelang, die Bauelemente einer elektronischen Schaltung – Transistoren, Kondensatoren und Widerstände – gemeinsam und mikroskopisch klein auf einem winzigen Silicium-Plättchen aufzubauen. Das

Ergebnis waren die ersten integrierten Schaltkreise, kurz: die ICs (IC von *Integrated Circuit* = Integrierter Schaltkreis). Inzwischen wurde diese Technologie enorm verfeinert.
Heute ist man in der Lage, serienmäßig ICs herzustellen, bei denen auf einem Chip von wenigen Millimetern

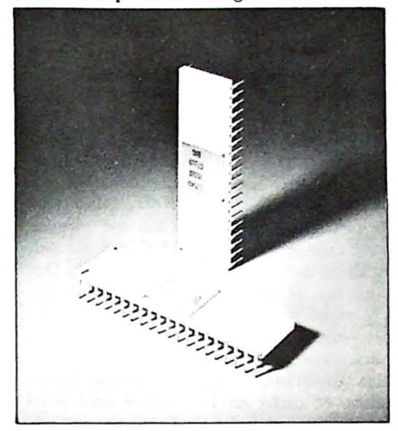


Bild 2. Der Mikroprozessor 2650 von Valvo/Signetics im 40poligen DIL-Keramikgehäuse.

Kantenlänge die Funktionen von 60000 (und mehr!) Transistoren vereinigt sind. Erfreulich für den Anwender dieser Schaltkreise: Die Kostenentwicklung verlief umgekehrt proportional zum Ausmaß der Integration.
Rechnete man vor einigen Jahren noch mit Kosten von DM 2,- pro Transistorfunktion, so sind es heute bei VLSI-Schaltkreisen nur noch 0,2 Pfennige; immerhin eine Kostensenkung um den Faktor 1000! (Anmerkung: VLSI ist die Abkürzung für *Very Large Scale Integration*, frei übersetzt: Integration in sehr großem Ausmaß).
Aber nicht allein der Kostenfaktor spielt eine Rolle bei der Anwendung integrierter Schaltkreise. Sie sind nicht nur kleiner, sie arbeiten auch zuverlässiger als Schaltungen, die mit diskreten Bauelementen aufgebaut sind. Zudem zeichnen sie sich durch einen sehr niedrigen Stromverbrauch aus. Es ist daher nicht verwunderlich, daß nunmehr ICs in nahezu allen Bereichen der Technik Anwendung finden.
Auch in verschiedenen P.E.-Schaltungen waren ICs vorzufinden, sie arbeiteten dort überwiegend als Verstärker. Bei dieser Schaltungsart besteht Proportionalität zwischen Eingangs- und Ausgangsspannung. Ist das der Fall, so spricht man von *Analog*-Schaltungen. Sie verdrängten inzwischen in Meßgeräten sowie in Rundfunk- und Fernsehgeräten weitgehend die platz- und kostenmäßig viel aufwendigeren Aufbauten aus diskreten Bauelementen.
Ein weitaus bedeutungsvollerer technologischer Umbruch wurde aber durch die *digital* arbeitenden ICs hervorgerufen. Die Digitaltechnik bildet die Grundlage der logischen Schaltungen, das Fundament, auf dem sich die gesamte elektronische Datenverarbeitung aufbaut. Mit Hilfe der Logikschaltungen lassen sich Rechenoperationen durchführen, Maschinen steuern, Daten erfassen, vergleichen und auswerten. Logikschaltungen können zwar nicht das menschliche Denken ersetzen, jedoch können sie Entscheidungen treffen, wenn der Mensch ihnen zuvor in einem „Programm" gesagt hat, was sie tun sollen, wenn bestimmte Voraussetzungen zutreffen.
Es ist also das Programm, das dem jüngsten und vieldiskutierten Kind der Elektronik, dem Mikroprozessor, erst Leben einhaucht. Ein solches Programm ist in zehntausenden von integrierten Transistoren in Form von Dateneinheiten (bits) gespeichert. Der Mensch muß dieses Programm in einer dem Mikroprozessor verständlichen Sprache schreiben und in den Programm-Speicher „einlesen". Das Programm sagt dem Mikroprozessor, in *welcher* Folge er *welche* Daten *wohin* transportieren soll; *wie* diese Daten miteinander zu verknüpfen sind und *wie* die Ergebnisse dieser Verknüpfung weiter zu verarbeiten sind.
Mikroprozessor, Speicher, Eingabe- und Ausgabe-Einheiten zusammengenommen bilden Minicomputer. Dank der Mikroelektronik finden sämtliche für seinen Basisaufbau erforderlichen ICs schon Platz auf einem einzigen Print im Europaformat (100x160 mm). Damit ist die Entwicklung keineswegs abgeschlossen, ein weiterer Schritt führt zu den Mikrocomputern. Sie enthalten hochintegrierte Mikroprozessoren, bei denen nach Möglichkeit alle Funktionen des Minicomputers auf einem Chip vereint sind. Solche leistungsfähigen Schaltkreise wurden in unterschiedlichen Varianten auf der „electronica 78" präsentiert. Sie sind nicht (oder noch nicht?) so universell einsetzbar wie der Minicomputer, erfüllen aber viele und teilweise ganz spezielle Aufgaben. Man findet sie — um nur einige zu nennen — in Geräten der

Datentechnik
Nachrichtentechnik
Unterhaltungselektronik
Haushaltselektronik
Kraftfahrzeugelektronik
Meß-, Steuerungs- und Regelungstechnik.

Die Miniaturisierung ist damit aber keineswegs abgeschlossen, die Entwicklungstendenzen deuten darauf hin, daß man zur „electronica 80" wohl eine neue Bezeichnung für eine „Mini-Mikroelektronik" erwarten kann.

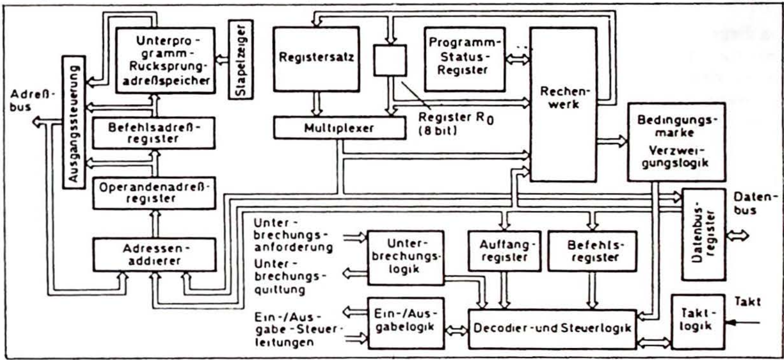


Bild 3. Blockschaltbild des Mikroprozessors 2650. Man erkennt, welche Vielzahl von Funktionen auf einem Chip vereinigt sind.

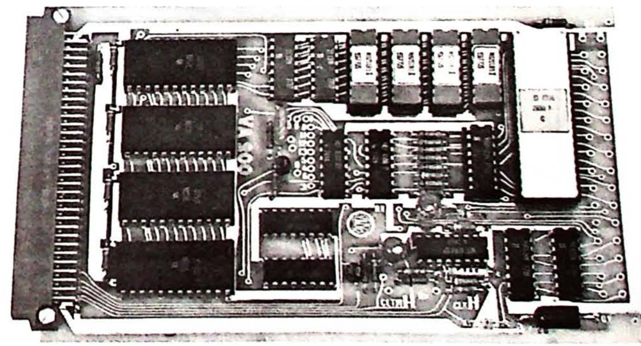
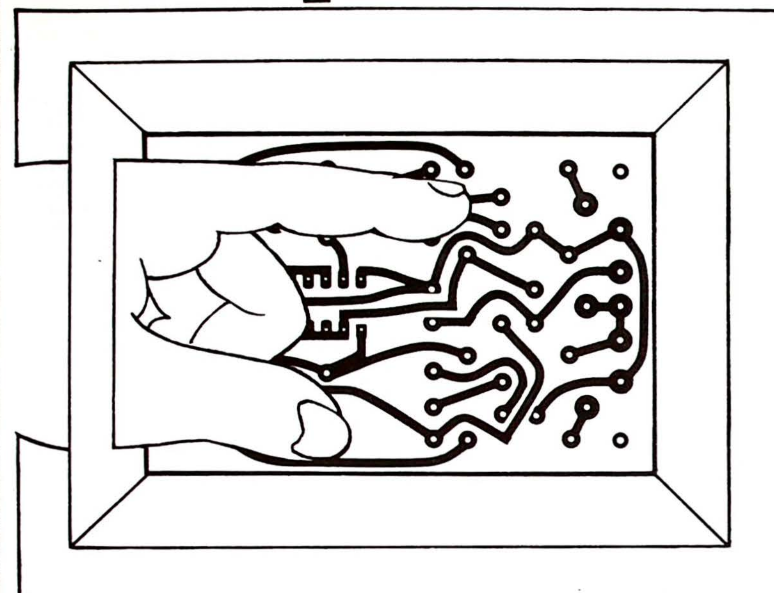


Bild 4: Eine autonome Computer-Platine mit dem 2650 (oben rechts im Bild). Sämtliche Fotos: Werkbilder Valvo.

Der Tip..........11



Trafodaten auf der Spur

Da liegt doch schon seit langer Zeit ein angestaubter Netztrafo in der Bastelkiste, den man gerne einer nützlichen Verwendung zuführen möchte. Leider sind seine Daten nicht bekannt, es beginnt das große Rätselraten: „Was kann der eigentlich?"

Primär- und Sekundäranschlüsse lassen sich allenfalls noch relativ einfach mit dem Ohmmeter ermitteln, die Wicklung mit dem höchsten Ohmschen Widerstand ist wohl in der Regel die Primärwicklung. Sie weist die geringste Drahtstärke auf und liegt zumeist (aber nicht immer) zuunterst auf dem Wickelkörper. Also, zur Sicherheit noch mal nachschauen, wo die Drähte rauskommen.

Was nun kommt, geschieht unter der stillschweigenden Voraussetzung, daß die Primärwicklung für eine Anschlußspannung von 220 V dimensioniert ist!

Her mit einem „dicken" (hochbelastbaren) 100 Ω-Widerstand, er wird in Serie mit der Primärwicklung geschaltet und ran an's Netz. Aber nur für einige Sekunden! Knurrt weder der Trafo noch qualmt der Widerstand, so kann der nächste Schritt folgen. Der Widerstand hat seine Schuldigkeit getan, er wird entfernt. Alsdann geht man mit vollem Saft aus dem Netz an die Primärwicklung. Bleibt jetzt auch noch alles friedlich, murrt der Trafo nicht, riecht es nicht nach Ampere und wird der Eisenkern nicht zu heiß, so tritt das auf Wechselspannung geschaltete Voltmeter in Aktion, um zu ermitteln, was aus den übrigen Anschlüssen herauskommt. Was Sie dann ablesen, das sind die *Leerlauf*spannungen. d.h. die Wicklungsspannungen im unbelasteten Zustand. Bei normaler Last sieht die Sache schon anders aus, da liegen die Spannungen um 10 % ....25 % niedriger.

Jetzt wird es schwieriger, was heißt hier schon „normale Last?" Die Belastbarkeit der Sekundärwicklung hängt

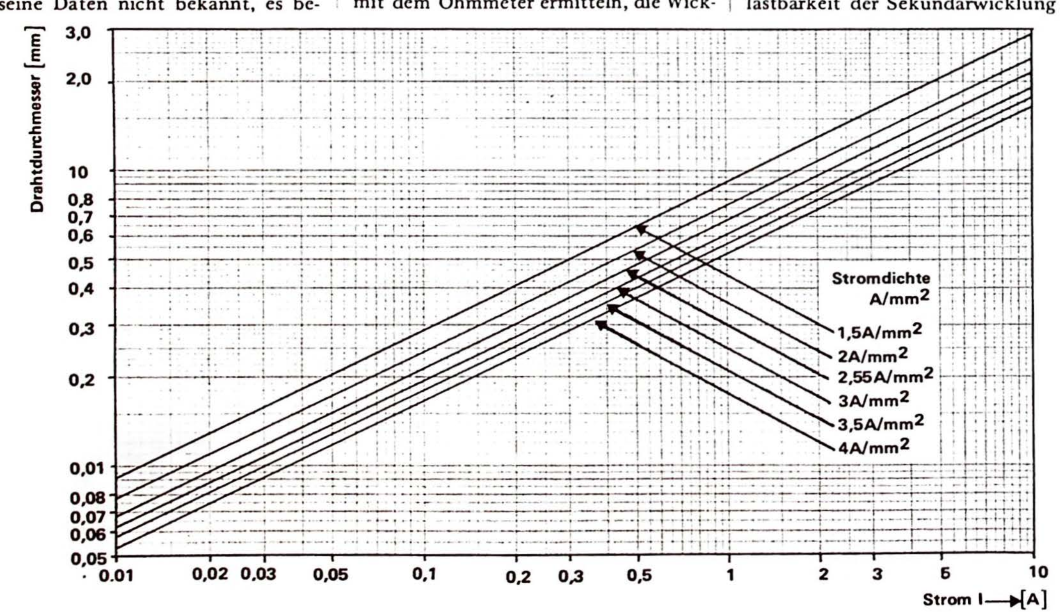
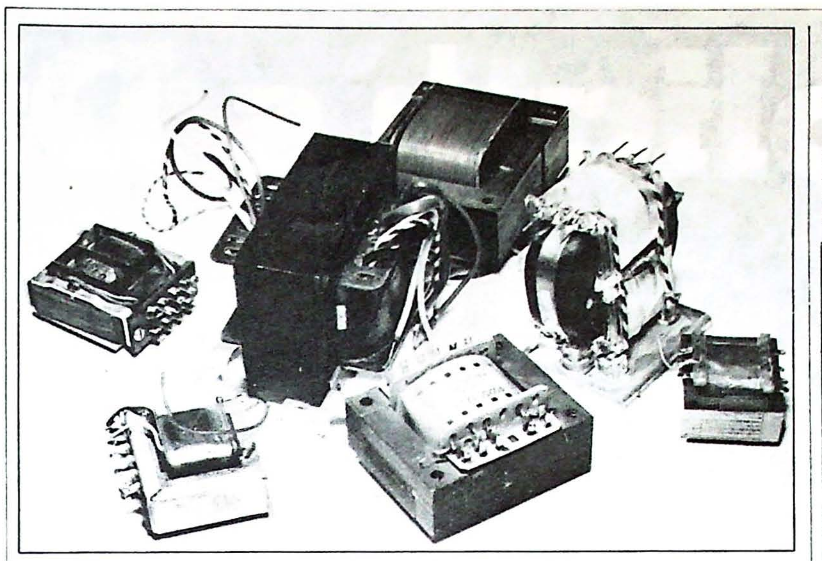


Bild 2. Aus den Diagrammen läßt sich die für einen bestimmten Drahtdurchmesser zulässige Stromstärke ablesen. Welche der sechs Kurven man als die „wahre" ansieht, an der man sich orientieren will, hängt von der Temperatur ab, die man einem Trafo zumutet (siehe Text). Im allgemeinen geht man von einer Stromdichte von 2,55 A/mm² aus. Die Stromdichte ist der Strom pro mm² Kupferquerschnitt des Drahtes.



von mehreren Faktoren ab; Kernquerschnitt, Blechqualität, Drahtstärke sowie Stromdichte spielen u.a. eine wichtige Rolle. Da hilft die Tabelle weiter, aus ihr lassen sich Anhaltspunkte für die gebräuchlichsten Blechschnitte gewinnen, aus denen der Trafokern zusammengesetzt ist. In der Tabelle sind die Daten für die hauptsächlich verwendeten M- und E/I-Schnitte zu finden, sie gelten für das Material Dynamoblech IV, 0,35 mm dick.

Ein Zentimetermaß muß her, um die Kantenlänge des Trafoblechs zu ermitteln. Bei M-Schnitten (Bild 1a) haben beide Kanten die gleiche Länge, es gilt: Kantenlänge in mm = M... Bei E/I-Schnitten (Bild 1b) ist die

1a.

Kantenlänge = M... in mm

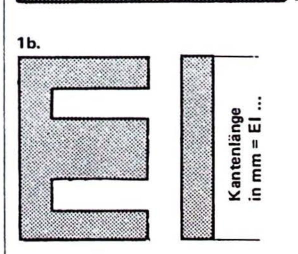


Bild 1. Die gebräuchlichsten Blechschnitte von Kernen für Netztrafos. Oben der M-Schnitt, unten der EI-Schnitt.

Abmessung der längeren Kante der Maßstab aller Dinge, z.B. Kantenlänge 54 mm gleich E/I 54. Die Tabelle gibt Aufschluß darüber, welche Sekundärleistung (insgesamt bei mehreren Sekundärwicklungen!) man dem Trafo zumuten kann. Ist zum Beispiel für M 42 eine Leistung von 3,9 W abzulesen, so bedeutet das für 6 V Wicklungsspannung: Der Trafo kann (bei *einer* Sekundärwicklung) 3,9 : 6 = max. 0,65 A abgeben. Vorsichtshalber setzt man aber bei unbekannten Trafos etwas weniger an, um auf der sicheren Seite zu sein.

Ein weiteres Hilfsmittel, das dazu dienen kann, die Geheimnisse eines Trafos zu entschleiern, bildet das Diagramm nach Bild 12. Hier sind die Relationen zwischen Drahtdurchmesser in mm und zulässiger Stromstärke (in A) aufgetragen. Leider ist dabei aber noch ein Haar in der Suppe, denn man weiß ja nicht, welche Strom*dichte* pro Quadratmillimeter *Drahtquerschnitt* der Hersteller bei der Auslegung des Trafos zugrundelegte. Die Stromdichte pro mm2 ist oben rechts aufgetragen, sie kann auch Aufschluß geben, ob der Hersteller ,,alles an Kupfer draufgeknallt hat, was nur geht''. Aus wirtschaftlichen Gründen werden bei Schnitten bis M 55 Stromdichten bis zu 4 A gewählt, deshalb werden manche Trafos auch so heiß, daß man Eier darauf braten kann. Normalerweise rechnet man mit 2,55 A... 3 A pro mm2.

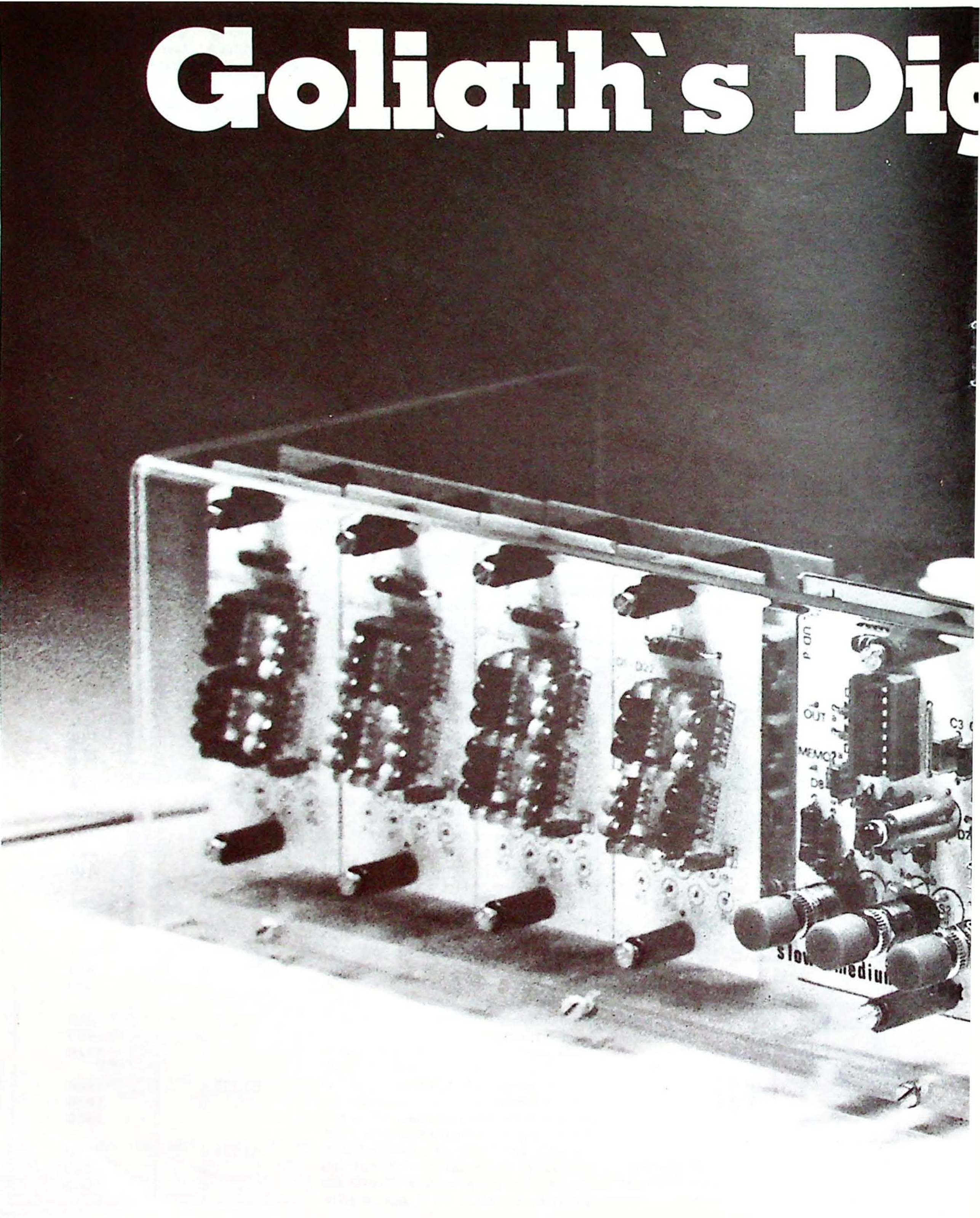
Vielleicht werden Sie nun sagen: ,,Ein ziemlich unsicherer Tip''. Deshalb sei hier ausdrücklich betont, daß im Rahmen dieses Tips nur Hinweise gegeben werden, wie mit relativ einfachen Meßmitteln angenäherte Werte zu ermitteln sind, keinesfalls aber exakte Daten.

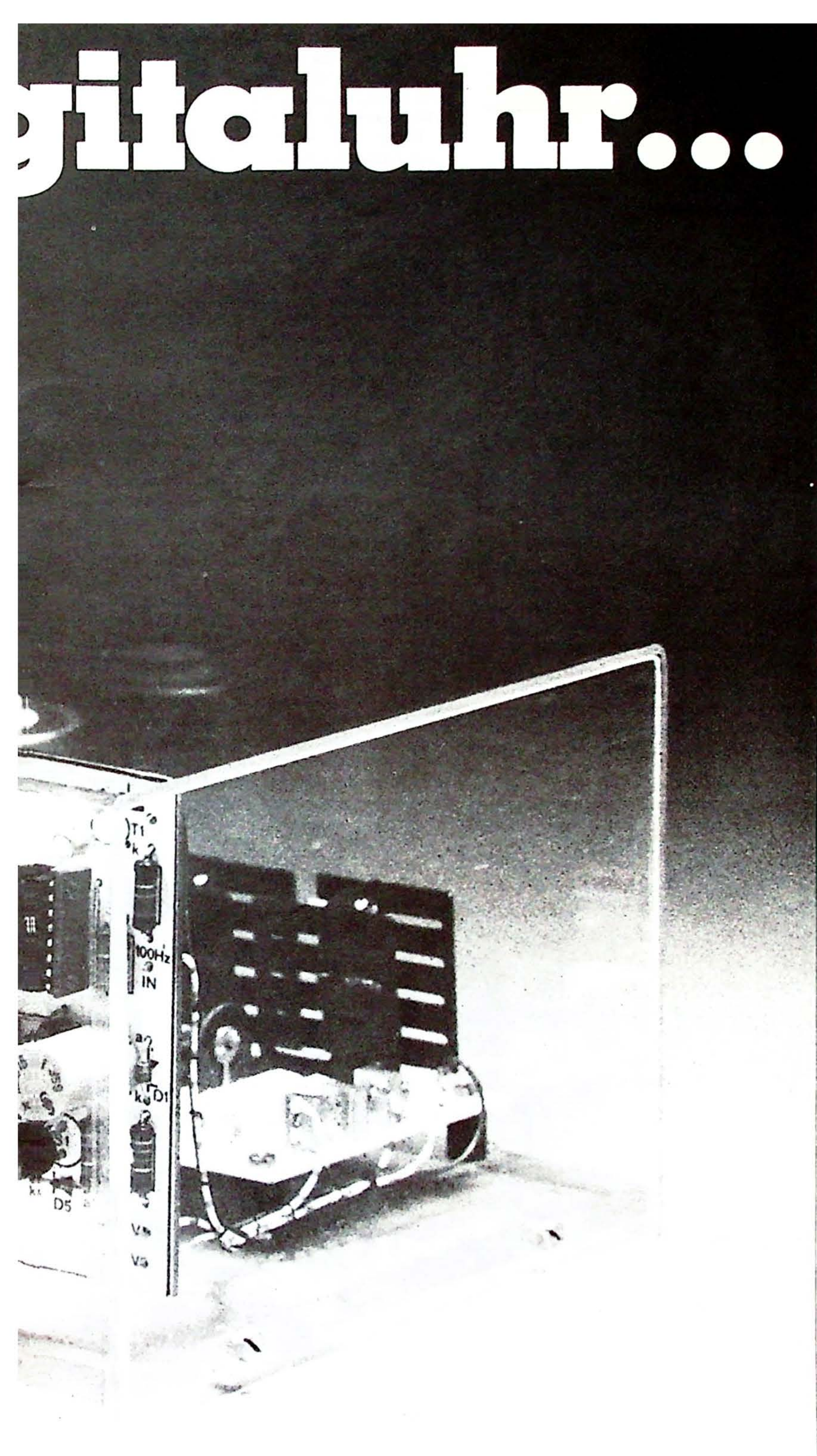
Genaue Werte lassen sich nur mit Meßanordnungen gewinnen, über die der Hobby-Elektroniker wohl nur in seltenen Ausnahmefällen verfügt. Und wenn man sie dann tatäschlich benutzt, kann die Zeit leicht teurer werden als ein neuer, passender Trafo.

Die Tabelle gibt Aufschluß über die Sekundärleistung von Transformatoren, deren Kerne M- bzw. I-Schnitte aufweisen.

Sekundärleistung von Trafos

Typ	Watt
M 42	3,9
M 55	16,3
M 65	31,1
M 74	65
M 85 a	87
b	117
M 102 a	154
b	218
EI 42	2,5
EI 48	5,4
EI 54	9,4
EI 60	15
EI 65 a	22
b	33
EI 78	47
EI 84 a	63
b	90
EI 92 a	75
b	102
EI 96 a	110
b	140
c	177
EI 106 a	151
b	203
EI 120 a	220
b	285
c	370
EI 130 a	297
b	366
EI 150 a	453
b	550
c	640
EI 170 a	860
b	980
c	1110
EI 195 a	1400
b	1650
c	1920
EI 231 a	2220
b	2620
c	3050


Goliath`s Di
OUT
MEMO
C3
slow



wird in den alten Schriften nicht erwähnt. Aber es ist bekannt, daß sie eine Ziffernhöhe von 38 mm und eine große Lichtausbeute hat. Sie ist somit auch auf größere Entfernungen ablesbar. Wie sie funktioniert und gebaut wird, zeigt dieser Beitrag. Der Schaltungsentwurf basiert auf dem in P.E. Heft 2/78 vorgestellten Goliath-Display (s. Literaturhinweise am Ende dieses Artikels). Zur Stromversorgung wird das ebenfalls bereits beschriebene Goliath-Netzteil benötigt. Selbstverständlich ist eine Uhr mit diesen großen Displays teurer als die Ausführungen, die man „normalerweise" als Bausatz oder fertig kaufen kann.
Zwischen dem Netzteil und den vier Goliath-Ziffernstellen befindet sich die Steuereinheit, die das Thema dieses Beitrags ist.

Das Blockschaltbild

In Bild 1b sind die Funktionsgruppen dargestellt, die aus den Goliath-Displays eine Digitaluhr mit 24 Stunden- und Minutenanzeige machen; die Wirkrichtung geht von links nach rechts, so ist demnach auch das Blockbild zu lesen. Die letzte Funktionsgruppe hat einen Ausgang, das bedeutet, daß noch etwas dahinter kommt. Es sind die vier Ziffernstellen/Zähldekaden, die, wie Bild 1a zeigt, zu 2 x 2 Gruppen für die Minuten- und die Stundenanzeige zusammengefaßt sind. Da diese Ziffernstellen vollständig sind, d.h. auch die zum Zählen von Impulsen notwendige Elektronik enthalten, brauchen sie nur in geeigneter Weise zu Zählern 1:60 und 1:24 zusammengeschaltet zu werden. Wie das geschieht, ist im Beitrag „Goliath bis 6, 60, 12 und 24", P.E. Heft 5/78 beschrieben.
Am Eingang der ersten Zähldekade (die für die Minuten-Einer-Stelle) sind somit Impulse im Minutentakt erforderlich. Sie werden von der Schaltung Bild 1b aus der Netzwechselspannung gewonnen.
Die Frequenz der Zählimpulse für eine Uhr muß definiert und konstant sein, damit die Uhr genau geht. Die Netzfrequenz erfüllt diese Forderungen in ausreichendem Maße. Außerdem ist die Netzfrequenz mit 50 Hertz nicht so hoch, daß extreme Frequenz-Teilerverhältnisse erforderlich sind, um auf den Minutentakt zu kommen.
Eine erste Maßnahme, um aus der Netzfrequenz Zählimpulse für eine Digitaluhr

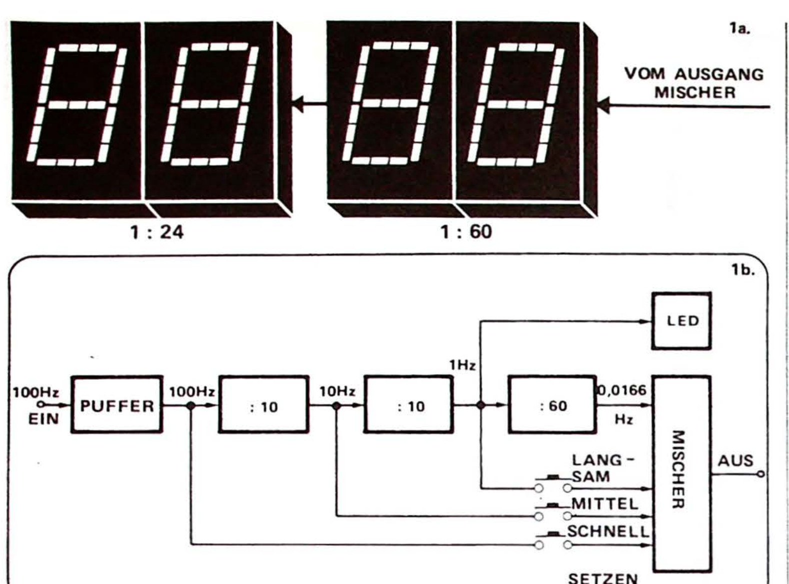


Bild 1. Blockschaltung der Funktionsgruppen in der Goliath-Uhr. Das von der Netzspannung abgeleitete 100 Hertz-Signal kommt vom Goliath-Netzteil, eine Pufferstufe bereitet es so auf, daß der Eingang des ersten COSMOS-Teilers es verarbeiten kann. Es folgen noch zwei weitere Teilerstufen, bis eine Taktfrequenz von 0,0166 Hertz erreicht ist (Minuten-Impuls). Eine Einzel-LED liegt am Ausgang des zweiten Teilers, der ein 1Hertz-Signal liefert: Die LED blinkt im Sekunden-Takt. Über drei Taster kann die Uhr mit drei höheren Frequenzen gesteuert werden. Diese Einrichtung dient zum Setzen der Uhr auf die richtige Zeit. Betätigt man einen der Taster, so läuft die Uhr schnell, mit einer mittleren Geschwindigkeit oder träge auf die einzustellende Zeit.

zu gewinnen, ist bereits im Goliath-Netzteil (P.E. Heft 3/78) vorgesehen. Die zweiweggleichgerichtete, sekundäre Wechselspannung vom Trafo hat eine Frequenz von 100 Hertz; die Spannung wird mit einer Einzel-Transistorstufe zu einer Impulsspannung mit einer Amplitude von 10 Volt geformt. Die dort vorhandene Elektronik sorgt auch dafür, daß Störspitzen, die der Netzspannung überlagert sein können (im Laborjargon „Mist" genannt), nicht am Ausgang erscheinen.

Zurück zur Blockschaltung Bild 1b. Das 100 Hertz-Signal muß auf einen Frequenzteiler gegeben werden, an dessen Ausgang dann nur jede Minute ein Impuls erscheint. Eine einfache Berechnung zeigt, daß ein Teilerverhältnis von 1:6000 erforderlich ist. Laut Blockschaltbild wird es in drei Stufen realisiert: Die ersten beiden teilen jeweils 1:10, die dritte 1:60.

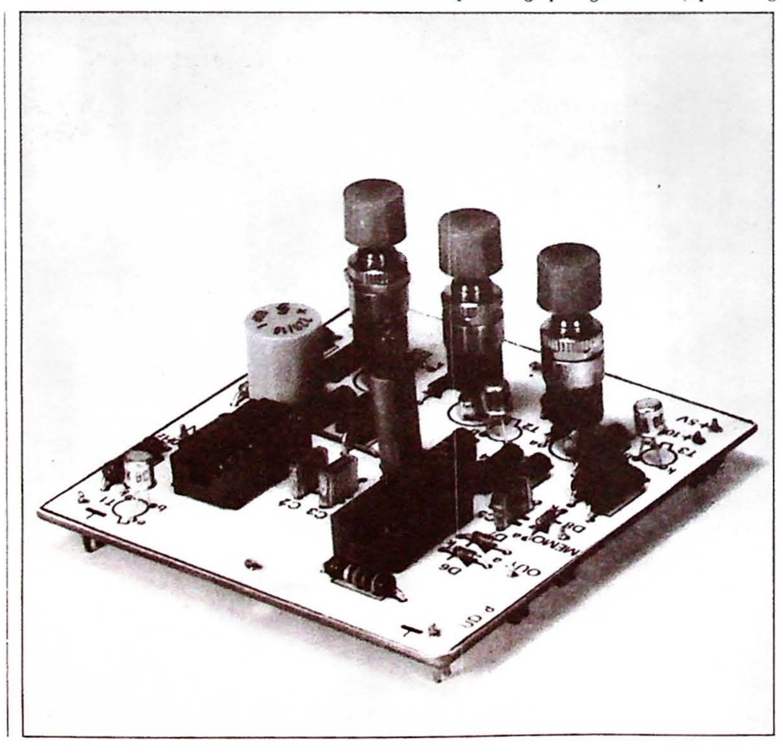
Vom Ausgang des letzten Teilers könnte das Minutensignal über eine Anpassungsstufe auf die erste Display-Zähldekade gegeben werden, aber die Steuereinheit hat noch weitere Funktionen. Eine Uhr muß ja auch gesetzt werden können. Dies ermöglichen die drei Taster, mit ihnen kann man die Uhr erst schnell, dann gemütlich und schließlich träge auf eine bestimme Zeit einstellen. Über die Taster gelangen nämlich Impulsspannungen mit höherer Frequenz auf die erste Zähldekade im Display. Welche Frequenzen dies sind, ergibt sich aus dem Blockbild, es zeigt, wo die Taster angeschlossen sind: 100 Hertz, 10 Hertz und 1 Hertz. Die anderen Anschlüsse der Taster und der Ausgang des 1:60-Teilers liegen an den Eingängen einer als Mischer bezeichneten Stufe, die dafür sorgt, daß die Ausgangsimpulse des Steuerteils die für die TTL-Zähldekaden erforderliche Amplitude von 5 Volt haben.

Für das 1 Hertz-Signal gibt es auf Wunsch noch eine zusätzliche Verwendung. Man kann eine Einzel-LED im Sekundentakt blinken lassen.

Vollständiges Schaltbild

Im Gesamtschaltbild 2 der Steuereinheit werden zunächst nur die Teiler besprochen, die sich im oberen Teil der Darstellung befinden. Die Setzeinrichtung und der Mischer folgen später und sind dann zur Verdeutlichung der Funktionsweise herausgezeichnet.

Den Kern der Schaltung bilden zwei COSMOC-ICs vom Typ 4518. Das sind relativ komplexe integrierte Schaltungen, die pro Exemplar zwei Teiler 1:10 enthalten. Neben den von TTL-ICs (z.B. 7490) her bekannten binären Ausgängen D, C, B und A haben diese ICs u.a. einen Clock- (Takt-)Eingang und einen „Enable"-Eingang. Diese gestatten es, den Teiler wahlweise mit positiven oder negativen Impulsflanken zu steuern, also mit Spannungssprüngen von L (Spannung



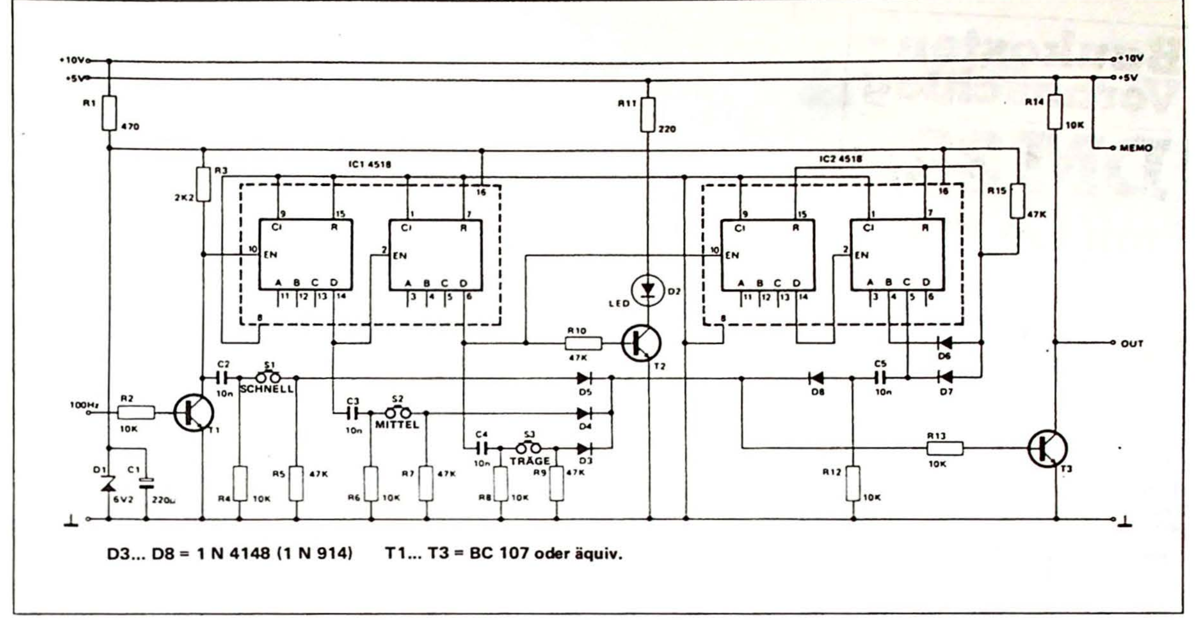


Bild 2. Das vollständige Schaltbild der Steuereinheit für die Goliath-Uhr. Die vom Netzteil u.a. gelieferte Speisespannung von 10 Volt wird über R1 und die Zehnerdiode D1 auf 6,2 Volt reduziert, dies ist die Speisespannung für die COSMOS-ICs. Die beiden Teiler 1:10 im IC1 werden als solche verwendet, die beiden Teiler des zweiten ICs sind zu einem Teiler 1:60 zusammengeschaltet. Vom Ausgang des letzten Teilers gelangt ein 1 min-Signal auf den Transistor T3, der die technologische Schnittstelle COSMOS/TTL (TTL-ICs in den Goliath-Zähldekaden) möglich macht, indem er den Pegel für log. H auf 5 Volt reduziert. Die drei Taster der Setzeinrichtung sind identisch geschaltet, sie steuern bei Kontaktgabe die Setzimpulse ebenfalls auf die Basis des Transistors T3. (EN = Enable, CL = Clock, R = Reset)

Null) nach H (Spannung positiv) oder umgekehrt. Bei der hier vorliegenden Anwendung soll der Teiler mit negativen Impulsflanken gesteuert werden, deshalb ist der Enable der Teilereingang. Der Clock-Eingang liegt fest an Masse (Null Volt).

Übrigens kann man diese Art von ICs als Teiler oder als Zähler bezeichnen. Solange – wie in diesem Fall – nur einer der Ausgänge D...A benutzt wird, um die nächste Stufe zu steuern, ist das IC als Teiler eingesetzt. Ist dagegen an diesen Ausgängen eine Schaltung angeschlossen, die den jeweiligen Inhalt (z.B. „7 Impulse am Eingang registriert") zur Anzeige bringt oder in ähnlicher Weise weiterverarbeitet, dann ist das IC als Zähler aufzufassen.

Im ersten IC sind beide Hälften als Teiler 1:10 geschaltet. Deshalb liegen beide Reseteingänge an Masse, denn diese Teiler machen nach dem 10. Impuls selbständig den Reset nach Null, wie es sich für echte Teiler 1:10 gehört. Der D-Ausgang des ersten Teilers geht nach dem 10. Eingangsimpuls zum ersten und einzigen Mal während des gesamten Zehner-Zyklus' von H nach L; auf diesen Impuls kann der Enable-Eingang des zweiten Teilers reagieren, deshalb wird zwischen diesen beiden Anschlüssen eine Verbindung angebracht.

Der Eingang des ersten Teilers liegt an einem Transistor, der das 100 Hertz-Signal aus dem Netzteil so formt, daß es von dem Teiler in COSMOS-Technologie verarbeitet werden kann.

Der Ausgang des ersten Teilers liefert ein Impuls-Signal, das der Eingang des zweiten ohne besondere Maßnahmen „versteht". Da auch dieser zweite Teiler keine besonderen Resetmaßnahmen aufweist, teilt er ebenfalls 1:10. So entsteht am Ausgang dieser zweiten Hälfte des IC1 aus dem ursprünglichen 100 Hertz-Signal eine Impulsspannung mit der Frequenz 1 Hertz.

Mit diesem Signal kann eine Sekunden-LED gesteuert werden, dies geschieht über den LED-Treibertransistor T2. Im Kollektor liegt die LED mit einem Reihenwiderstand zur Strombegrenzung. Die Basis bekommt das Steuersignal vom D-Ausgang des zweiten Teilers im IC1.

Stückliste

Zeiteinheit UD-d

WIDERSTÄNDE 1/4 Watt, 1%

R1 = 470 Ohm
R2, R4, R6, R8, R12, R13, R14 = 10 k-Ohm
R3 = 2,2 k-Ohm
R5, R7, R9, R10, R15 = 47 k-Ohm
R11 = 220 Ohm

KONDENSATOREN

C1 = 220 µF, 16 V, RM5
C2, C3, C4, C5 = 10 nF, z.B. Siemens MKH

HALBLEITER

D1 = Z-Diode 6V2, 400 mW
D2 = LED 5mm, rot
D3, D4, D5, D6, D7, D8 = 1N4148 (1N914)
T1, T2, T3 = BC 107 oder äquiv.
IC1, IC2 = 4518 COSMOS

SONSTIGES

S1, S2, S3 = Miniatur-Taster 1xEIN
2 x IC-Fassung DIL 16
9 x Lötstifte RTM
9 x Steckschuhe RF
2 x Abstandsröhrchen 20 mm
2 x Schrauben M3x30
2 x Muttern M3
1 x Print nach Bild 5/6



Während der Zykluszeit eines Teilers 1:10 ist der D-Ausgang während 2/10 der Zeit H, nämlich von dem Augenblick an, da der 8. Impuls am Eingang registriert wird, bis zum Eintreffen des 10. Impulses, dann erfolgt ja der Reset nach Null. In diesem Augenblick wird der D-Ausgang Null. Somit blinkt die LED 2/10 Sekunde, während 8/10 Sekunde ist sie aus. Das ist ein vernünftiges, brauchbares Verhältnis.

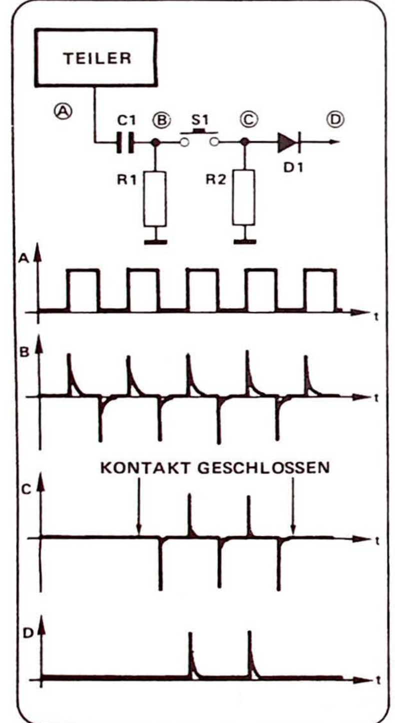
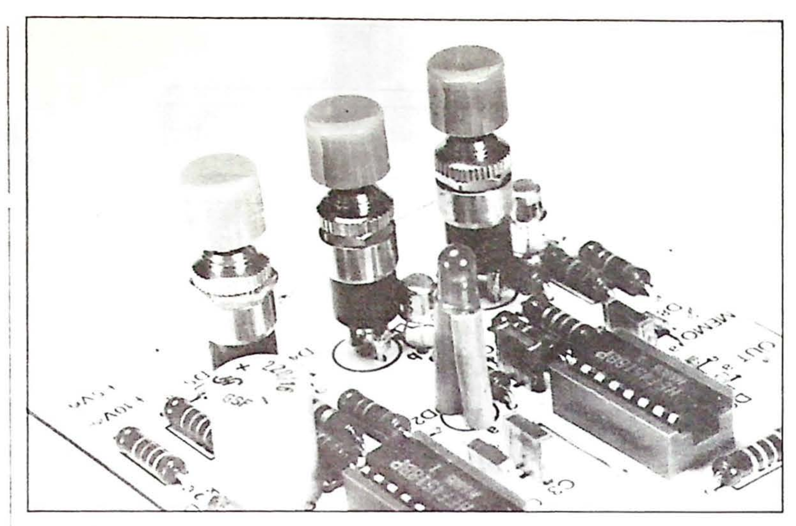


Bild 3. So funktionieren die Setztaster: Die Widerstände R1 und R2 sorgen dafür, daß die beiden Kontakte des Tasters auf Masse liegen. Der Kondensator bildet zusammen mit R1 ein Differenzierglied, das aus den vom Teiler kommenden Impulsen schmale, sogenannte Nadelimpulse macht. Punkt B liegt somit nur für ganz kurze Zeit auf positiver Spannung, so daß beim Betätigen des Tasters keine Impulse durch Kontaktprellen entstehen. Die Diode D1 sperrt die negativen Nadelimpulse, da nur die positiven benötigt werden.



Das IC2 ist als Teiler 1:60 geschaltet, wobei die erste Stufe links wieder als Teiler 1:10 dient.

Die rechte Hälfte des IC2 ist ein Teiler 1:6. Im Beitrag „Goliath bis 6" ist ausführlich erklärt, wie aus einem gewöhnlichen Zehnerteiler eine Anordnung für niedrigere Teilerverhältnisse gemacht wird. Hier also wieder: Zwei Dioden nehmen, deren Kathoden an den B- bzw. C-Ausgang kommen, während die Anoden gemeinsam am Reseteingang und über einen Widerstand (R15) an Plus liegen.

Solange mindestens einer der beiden Ausgänge B und C noch L ist, leiten die Dioden, so daß auch der Reset auf L liegt.

Beim Registrieren des sechsten Eingangsimpulses werden zum ersten Mal im Zyklus beide Ausgänge H, so daß nun die Dioden D6 und D7 sperren. Über R15 wird der Reset-Eingang H, somit versetzt er den Teiler in den jungfräulichen Zustand zurück; an den vier Ausgängen D...A herrscht wieder L, als ob noch kein Eingangsimpuls registriert sei.

Am C-Ausgang erscheint somit jede Minute ein Impuls. Dieses Signal muß nun noch so geformt werden, daß es die TTL-ICs in den Goliath-Zähldekaden steuern kann.

Dies geschieht mit einem RC-Netzwerk aus C5 und R12. Diese Bauelemente bilden ein sogenanntes Differenzierglied, das nur die Flanken des an Ausgang C auftretenden Impulses passieren läßt. Somit entstehen über dem Widerstand R12 sehr kurze, schmale Impulse, die man Nadelimpulse nennt (die Grafiken A ... C in Bild 3 zeigen Nadelimpulse). Da ein Rechteckimpuls eine Vor- und eine Rückflanke hat, entstehen je Eingangsimpuls (des Netzwerks) ein positiver und ein negativer Nadelimpuls.

Die positiven steuern über die Diode D8 und den Widerstand R13 die Basis des Transistors T3, während die negativen Impulse von der Diode nicht durchgelassen werden. In jeder Minute steuert somit der Teilerausgang den Transistor T3 einmal für ganz kurze Zeit in den Leitzustand. Der Transistor liegt an der Speisespannung +5 Volt, somit ist sein Ausgangssignal unmittelbar zur Steuerung der TTL-ICs der Goliath-Zähldekade geeignet.

Die anderen Baugruppen und Transistorstufen der Steuereinheit liegen an einer Speisespannung, die aus den 10 Volt des Goliath-Netzteils abgeleitet ist: Über den Widerstand R1, eine Z-Diode D1 und einen Siebkondensator C1 wird eine Speisespannung von ca. 6,2 Volt erzeugt.

Die Setzschaltung

Bei den meisten elektronischen Digitaluhren ist die Setzschaltung ziemlich einfach ausgeführt, ihre Funktion ist deshalb nicht immer befriedigend. Der häufigste Mangel: Das Setzen geht so langsam, daß es keinen Spaß macht.

Zu einer „Luxus-Uhr", wie dieser Entwurf wohl bezeichnet werden kann, gehört auch eine angemessen funktionierende Setzeinrichtung. Sie besteht aus drei Tastern, die es gestatten, die erste Zähldekade im Display (Minuten-Einer-Stelle) wahlweise mit 1 Hertz, 10 Hertz oder 100 Hertz zu steuern.

Häufig ist diese Tastergeschichte nicht unproblematisch, weil mechanische Schalter und Taster „prellen": Beim Schließen des Kontaktes treten nach der ersten Kontaktgabe noch mehrfach Unterbrechungen auf, bevor der Kontakt endgültig hergestellt ist. Die Digitalschaltungen sind so schnell, daß jede einzelne Kontaktgabe als Impuls registriert wird.

Mit einem minimalen Aufwand an zusätzlichen Bauteilen ist es möglich, das Prellen vollständig zu unterdrücken. Bild 3 zeigt die Schaltung für einen der drei Taster.

Es dürfte klar sein, daß das Kontaktprellen nur dann störend in Erscheinung

treten kann, wenn im Augenblick des Betätigens die beiden zu verbindenden Schaltungspunkte auf unterschiedlichem Potential liegen. Wie oft man auch immer zwei Punkte, die dieselbe Spannung aufweisen, verbindet oder unterbricht: Es passiert nichts, kein Strom fließt, nichts. Da in Digitalschaltungen nur zwei Potentiale vorkommen, ist es gar nicht so unwahrscheinlich, daß es Augenblicke gibt, die für die Betätigung des Tasters „günstig" sind.

In Bild 3 sorgen die beiden Widerstände R1 und R2 dafür, daß die beiden Kontakte auf Masse liegen, wenn...; ja, wenn der Teilerausgang gerade L ist. Drückt man in diesem Augenblick den Taster, tritt das Kontaktprellen zwar auf, aber nicht störend in Erscheinung.

Im anderen Fall, wenn man den Moment erwischt, daß der Teilerausgang gerade H ist, hat auch der linke Kontakt des Tasters dieses Potential, so daß über D1 eine ganze Folge positiver Impulse auf die nachfolgende Schaltung gelangen.

Es kommt also darauf an, die Dauer des H-Zustandes, die vom Teiler vorgegeben ist, irgendwie zu verkürzen. Dann wird der „richtige Augenblick" wahrscheinlicher. Es geht mit dem Kondensator C1, der zusammen mit dem schon vorhandenen Widerstand R1 wieder ein Differenzierglied bildet, wie es bereits besprochen wurde. Dieses Netzwerk, das man auch als Hochpaß bezeichnet, wenn es dazu eingesetzt wird, einen Übertragungsbereich zu niedrigen Frequenzen hin zu begrenzen, läßt von den Impulsen, die

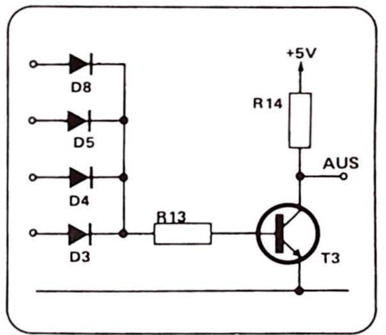
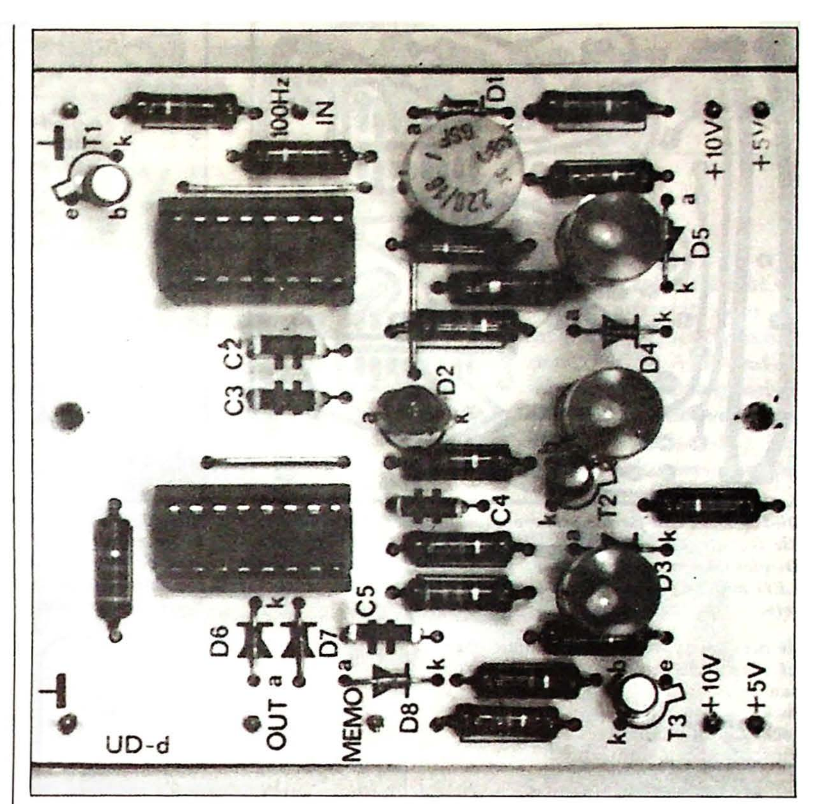


Bild 4. Alle Impulse, die in der Steuereinheit erzeugt werden, das sind das Minuten-Signal und die von einem gedrückten Taster kommenden Setzimpulse, müssen über den zur Anpassung des Pegels erforderlichen Transistor T3. Sie werden in dieser als „Mischer" bezeichneten Stufe zusammengeführt, über Dioden nach Art eines diskret aufgebauten ODER-Gatters. Unabhängig davon, an welcher Diode eine Signalspannung liegt, wird der Transistor im Impulsbetrieb in den Leitzustand gesteuert. Dabei entsteht am Kollektor jedesmal kurzzeitig Null-Potential. Die Dioden verhindern außerdem, daß sich die Schaltungsgruppen, welche die Impulse liefern, gegenseitig beeinflussen.



am Ausgang des Teilers erscheinen, nur die schnellen Impulsflanken durch.

Die Grafiken in Bild 3 zeigen, was gemeint ist. Das Ausgangssignal des Teilers ist eine Rechteckspannung (A). Differenziert man dieses Signal, so entsteht eine Kette von Nadelimpulsen (B). Diese gelangen bei geschlossenem Kontakt nach D. Die Diode läßt nur die positiven Nadelimpulse durch (D).

Man kann sich vorstellen, daß es sehr schwer ist, einen günstigen Augenblick für das Drücken des Tasters zu verfehlen.

Vergleicht man den Schaltungsteil in Bild 3 mit der Gesamtschaltung, so findet man ihn dreimal, weil jeder Taster für sich gegen Kontaktprellen präpariert werden muß.

Der Mischer

Die Signale, die von einem betätigten Taster weitergegeben werden, müssen, wie bereits das Minutensignal, zum Eingang der ersten Goliath-Zähldekade gelangen. Auch für sie ist die Anpassung an der Schnittstelle COSMOS/TTL, der bereits erwähnte Transistor T3, erforderlich.

Allerdings ist es nicht zulässig, die drei „Ausgänge" der Taster und den Minutenausgang (C) des letzten Teilers unmittelbar auf der Basis des Transistors zu vereinen. Es könnte zu wechselseitiger Beeinflussung in der Schaltung oder zu Schädigungen von Halbleitern kommen.

Angenommen, die Diode D8 im C-Ausgang des letzten Teilers sei noch nicht vorhanden. Dann stellt jeder Taster, wenn er gedrückt wird, eine Verbindung zwischen seinem Teilerausgang und dem Ausgang C des letzten Teilers her und legt die betreffende Signalspannung an C, zumindest während der Zeit, in welcher der Impuls positiv ist, weil dann die zum betätigten Taster gehörende Diode leitet. Der Ausgang C wird somit „von hinten" auf positive Spannung gelegt, und so etwas ist verboten. Übrigens erfordert diese Entkopplung mittels Dioden keine Bauelemente, weil die Dioden zum Sperren der negativen Nadelimpulse sowieso schon vorhanden sind.

Bauhinweise

Der Print für die Steuereinheit ist in Bild 5 angegeben, der Bestückungsplan in Bild 6. Der Print hat dieselbe Höhe wie die Goliath-Zähldekaden, weil er neben die Dekaden montiert werden soll, wie es das Titelbild zeigt.

Die Bestückung beginnt mit dem Einlöten der drei Drahtbrücken, dann kommen die 9 Lötstifte auf die *Kupferseite*, hier werden später die Verbindungen zu den anderen Bausteinen angebracht. Die beiden IC-Fassungen sind die letzten, rein mechanischen Bauteile.

Der Print-Elko C2 darf nicht höher als 20 mm sein.

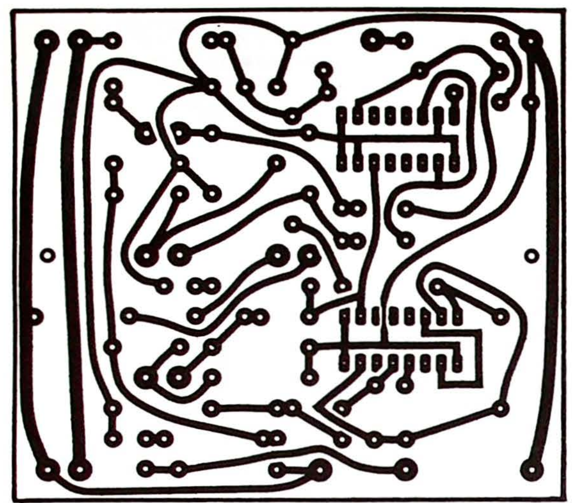


Bild 5. Der Print für die Steuereinheit hat dieselbe Höhe wie die Goliath-Zähldekaden, weil vorgesehen ist, ihn neben die Displays zu montieren. Die drei Taster und die Sekunden-LED müssen ja ebenfalls von vorne erreichbar bzw. sichtbar sein.

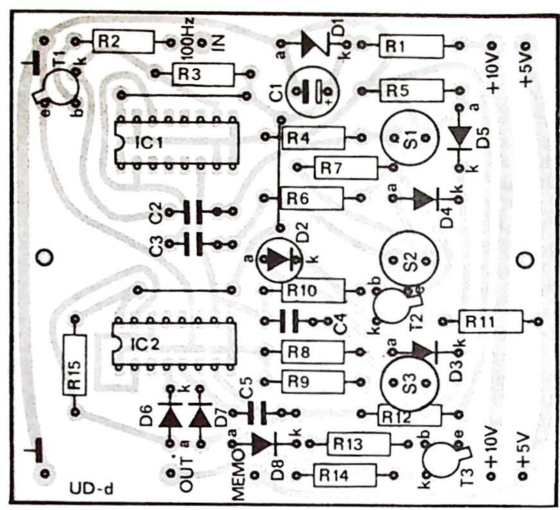


Bild 6. Besonderheiten der Bestückung: Die 9 Lötstifte kommen auf die Kupferseite, die COSMOS-ICs müssen in eine Fassung und die drei Drahtbrücken dürfen nicht vergessen werden. Bei der LED kennzeichnet die abgeplattete Seite die Kathode.

Die drei Taster werden nicht unmittelbar auf den Print gelötet, vielmehr lötet man zunächst zwei kurze blanke Drahtstücke an die Lötlippen jedes Tasters, steckt die Drähte durch die betreffenden Printbohrungen und lötet sie dann auf der Kupferseite an.
Die Anzeige-LED für die Sekunden hat eine maximale Einbauhöhe von 15 mm.

Zusammenbau der Funktionsgruppen

Außer der Steuereinheit werden noch vier Goliath-Zähldekaden sowie das Goliath-Netzteil benötigt.
Die Zähldekaden müssen auf bestimmte Weise geschaltet werden: Die ersten beiden bilden zusammen einen Teiler 1:60, die beiden letzten wirken als Teiler 1:24. Wie das geht, ist in P.E. Heft 5/78 ausführlich beschrieben. Es ist zu berücksichtigen, daß, von vorne gesehen, die beiden rechten Zähldekaden den Teiler 1:60 bilden müssen, außerdem muß man sich überlegen, ob man zwischen der zweiten und der dritten Dekade einen Dezimalpunkt haben will, der ja in jeder Dekade bereits vorgesehen ist. Er kann – wie die der anderen Dekaden sowieso – entfallen, wenn man zwischen der dritten und vierten Dekade etwas Zwischenraum läßt, so daß auf diese Weise eine optische Trennung der Stunden und Minuten entsteht.
Der Print der Steuereinheit kann jetzt mittels fünf kurzer, blanker Drahtstücke mit dem vierstelligen „Zähl-Display" verbunden werden. Die Verbindungen haben folgende Bezeichnung bzw. Funktion: +5 Volt, +10 Volt, OUT nach IN, MEMO und Masse. Die Memo-Verbindung ist erforderlich, weil die „memory"-Eingänge der ICs 7475 mit der Speisespannung von +12 Volt verbunden werden müssen.

BC 107
e b k

LED
a k

CD 4518 B
clock 1 | 16 VCC+
enable 2 | 15 reset
Q1 3 | 14 Q4
Q2 4 | 13 Q3
Q3 5 | 12 Q2
Q4 6 | 11 Q1
reset 7 | 10 enable
⊥ 8 | 9 clock

Bild 7. Die Anschlußbelegung der in der Steuereinheit verwendeten Halbleiter. Transistor und LED in der Ansicht von unten, das IC in der Draufsicht. Beim IC auf die Lage der Merkkerbe zwischen Pin 1 und Pin 16 achten, diese Merkkerbe (oft auch durch einen Punkt ersetzt) ist auch im Bestückungsplan eingezeichnet.

Wie man die Funktionsgruppen mechanisch zusammenbringt, hängt natürlich von dem vorgesehenen Gehäuse ab, das man sich für „Goliath's Digitaluhr" anschafft oder selbst macht.
Das P.E.-Labor hat bei einer Firma, die so etwas kann, eine Acryl-Platte (Plexiglas) U-förmig biegen lassen und die Uhr darin eingebaut. Das Netzteil wird auf dem Boden montiert, während die vier Displays und die Steuereinheit mittels langer Schrauben und Abstandsröhrchen auf der Vorderseite des Gehäuses befestigt sind. Das erfordert nur 10 Bohrungen 3,5 mm ϕ und vier weitere für die LED und die drei Taster.
Schließlich sind noch vier Verbindungen zwischen dem Netzteil und der Steuereinheit erforderlich: Masse, +5 Volt, +10 Volt und 100 Hertz.
Die letzten Verbindungen: Auf dem Netzteil-Print werden die Anschlüsse für den Netzschalter überbrückt, falls noch nicht geschehen; eine Uhr braucht keinen Netzschalter, sie soll ja laufen, solange die Zeit läuft. Aber einen Netzstecker braucht sie; wenn er dran ist (Anschlüsse am Netzteil), ist die Uhr betriebsbereit.

Literatur zum Goliath-Display:
P.E. 2/78 „Goliath-Display", ab Seite 33
P.E. 3/78 „Goliath-Display in der Praxis" ab Seite 57
P.E. 5/78 „Goliath bis 6, 60, 12 und 24", ab Seite 16
P.E. 7/78 „Würfeln mit Goliath", ab Seite 62
P.E. 10-11/78 „Goliath als Lottogenerator", Seiten 58/59

Anti-Lichtorgel für die Pause

Seit Jahren werden Lichtorgeln massenhaft angeboten, aber erst in letzter Zeit findet man auch bei den preiswerteren Ausführungen einen Pausenkanal. So gibt es zahlreiche LO-Besitzer, die ihre gute alte Lichtorgel nachrüsten wollen, aber spezielle Angebote finden sich nur gelegentlich unter dem Stichwort „Anti-Lichtorgel" in den Anzeigen. Deshalb erreicht uns häufig der Wunsch, einen Pausenzusatz als Selbstbau-Alternative zu bringen. Ein Pausenkanal ist so geschaltet, daß er Licht ins Dunkel bringt, wenn die Musik aussetzt oder die Platte zu Ende ist. Bei der Schaltungsentwicklung zeigte sich, daß mit wenig zusätzlichem Aufwand ein normaler LO-Kanal sozusagen als Abfallprodukt entsteht, allerdings ohne die frequenzselektive Eigenschaft der Kanäle in einer drei- oder vierfach-LO. Der Beitrag geht ausführlich auf die Funktionsweise der Schaltung ein.

Die Schaltung

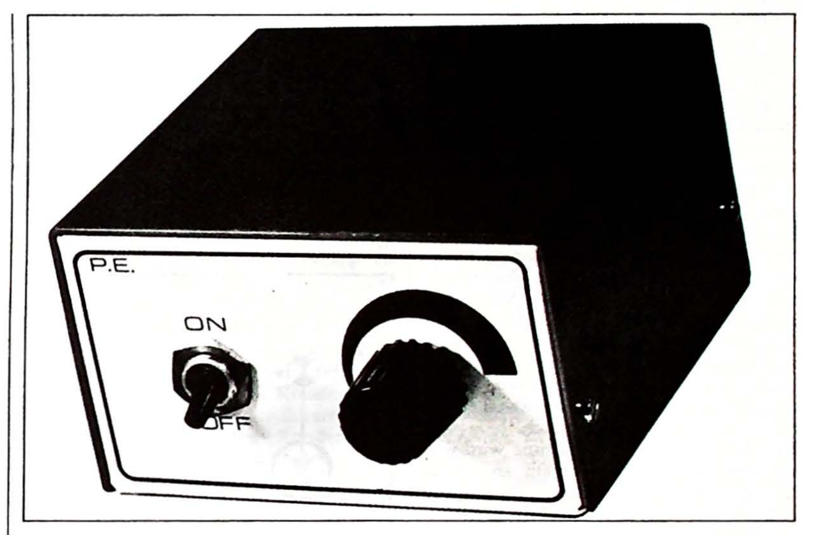
Die vom Entwickler auserwählte Schaltung enthält zwar einige Feinheiten, die später besprochen werden, aber kompliziert ist die Sache wirklich nicht. Deshalb erfolgt die Funktionsbeschreibung, abweichend von dem sonst in P.E. üblichen Verfahren sofort anhand des Gesamtschaltbildes (1).

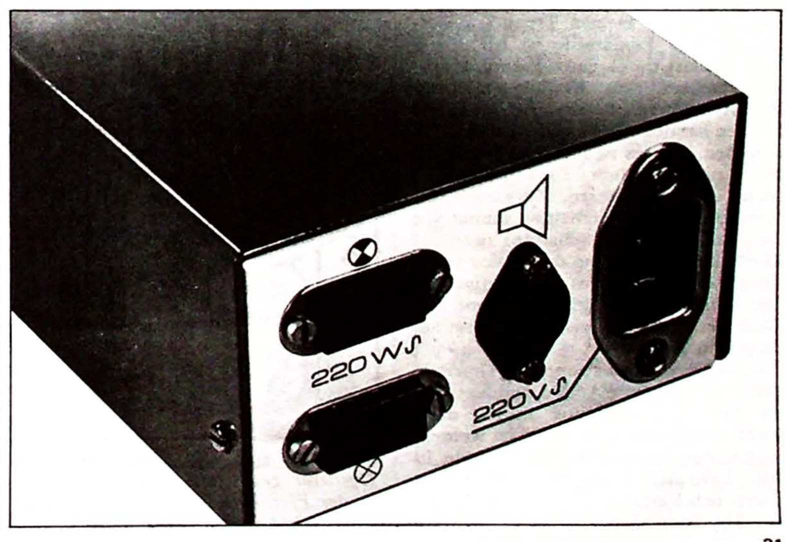
Der große Unterschied zu den meisten Lichtorgeln ist darin zu sehen, daß die Lampen nicht an der Netzwechselspannung liegen, sondern an einer Gleichspannung, die über einen Gleichrichter aus der Netzwechselspannung erzeugt wird. Dieser Gleichrichter besteht aus vier Silizium-Dioden D5 bis D8. Welchen Vorteil das bringt, zeigen die Bilder 2 und 3.

Ein Thyristor kann nur dann leiten, wenn seine Anode ein gegen die Kathode positives Potential hat. Er verhält sich in dieser Hinsicht wie eine gewöhnliche Diode.

Die Netzspannung wechselt ständig ihre momentane Polarität. Speist man einen Thyristor mit der Netzwechselspannung, dann leitet er nur während der positiven Halbwelle. Die Lampe, die als Verbraucher im Anodenzweig liegt, wird ebenfalls nur während der positiven Halbwelle der Netzwechselspannung gesteuert. Nun hat zwar die Lampe eine hohe Wärmeträgheit, so daß sie nicht 50mal in der Sekunde leuchtet und 50mal aus ist, aber der Glühfaden erreicht nicht dieselbe Temperatur wie bei Vollwellensteuerung.

Sieht man eine Gleichrichtung beider Halbwellen der Netzwechselspannung vor (Zwei- oder Doppelweggleichrichtung) und speist die Reihenschaltung Lampe/Thyristor mit dieser Gleichspannung, so wird aus der negativen Halbwelle eine positive, wie Bild 3 zeigt. Wenn der Thyristor jetzt mit einem Impuls an seinem Gate gezündet wird, lei-





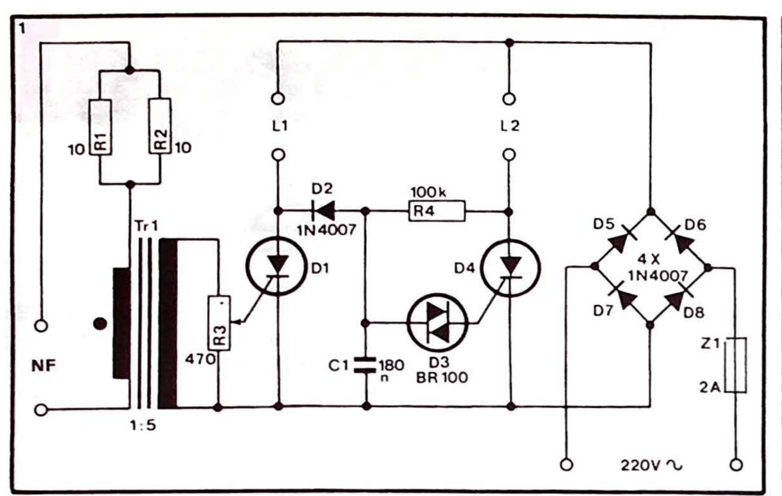


Bild 1. Die sehr einfache Schaltung der Anti-Lichtorgel vereint einen Pausenkanal (rechte Lampe) und einen nichtfrequenzselektiven Normal-Kanal (linke Lampe). Die gesamte Schaltung rechts vom Trenntrafo Tr1 liegt am Netz, bitte Vorsicht!

tet er während der vollen Periode der Netzwechselspannung. Der Lampe wird dieselbe Leistung wie bei direkter Netzspeisung zugeführt, so daß sie jetzt, bei länger andauernder Gatesteuerung, ihre normale Brenntemperatur erreicht.

Nun gibt es natürlich eine andere Möglichkeit, beide Halbwellen der Netzwechselspannung für eine Lampensteuerung zu nutzen: den Triac. Was jedoch den Reiz der hier gezeigten Schaltung ausmacht, ist die Möglichkeit, bei Gleichspannungsspeisung mit geringem zusätzlichen Aufwand einen gewöhnlichen, nicht frequenzselektiven Kanal und den gewünschten Pausenkanal zu realisieren. Aber der Reihe nach.

Der NF-Eingang der Schaltung wird wie bei den meisten Lichtorgeln an einem Lautsprecher angeschlossen. Das Signal gelangt über einen Vorwiderstand (R1 parallel zu R2) auf die Primärwicklung eines üblichen kleinen Trenn-Transformators. Die Primärseite ist bei diesen Typen meist durch einen Farbtupfer gekennzeichnet. Das Windungsverhältnis Primärwicklung: Sekundärwicklung ist bei den handelsüblichen Trenntrafos verschieden, aber es ist in dieser Schaltung auch nicht kritisch. Es sollte jedoch nicht unter 1:3 liegen. Mit zunehmendem Übertragungsverhältnis nimmt die Empfindlichkeit der Schaltung zu.

Die Sekundärwicklung des Trafos speist ein Potentiometer, das zur Empfindlichkeitseinstellung der Schaltung dient. Das Gate des ersten Thyristors D1 liegt am Abgriff dieses Potis.

Ein wenig zur Funktion: Der Thyristor muß natürlich mit Anode und Kathode an der Gleichspannung liegen, dann kann er über das Gate gezündet werden, wobei die Strecke Anode/Kathode in den Leitzustand kommt und Strom durch den Verbraucher L1 fließt. Damit der Thyristor zündet, muß an das Gate eine Spannung von mindestens +0,7 Volt gelegt werden. Wann der Halbleiter zündet, hängt in dieser Schaltung also von der NF-Signalamplitude, dem Übertragungsverhältnis des Transformators und von der Einstellung des Potis ab.

Bringt man den Potiabgriff in die obere Anschlagstellung, dann zündet der Thyristor, wenn die Spannung über der Sekundärwicklung den Betrag 0,7 Volt erreicht.

Steht der Abgriff in Mittelstellung, dann wirkt das Poti wie ein Spannungsteiler in der Gate-Steuerleitung, das NF-Signal muß dann eine doppelt so hohe Amplitude haben, damit der Thyristor zündet. Man kann somit den Ansprechpunkt der Thyristorsteuerung, den Zündeinsatz oder wie immer man das nennen will (bei der Bedienung in der späteren Praxis heißt es dann Empfindlichkeit) an die Signalamplitude, die am Lautsprecher zur Verfügung steht, anpassen..

Hat der Trafo ein Übertragungsverhältnis von 1:5, dann wird dieser Normal-Kanal etwa wie einn richtig eingestellter Kanal einer normalen Lichtorgel gesteuert, wenn man das Poti bei Zimmerlautstärke voll „aufdreht".

Nun kommt der zweite, interessantere Teil der Schaltung, die Anti-Lichtorgel. Der Thyristor D4 soll gezündet werden, wenn die Lampe L1 nicht leuchtet, wenn also der Normal-Kanal nichts tut, weil der Jockey Pause macht oder die Platte wechselt.

Es gibt eine sehr einfache Lösung der Aufgabe, sie ist in Bild 4 herausgezeichnet. Das Gate des zweiten Thyristors liegt über einen Widerstand R an der Anode des ersten. Wenn D1 gezündet ist, leuchtet die linke Lampe, an ihr fällt

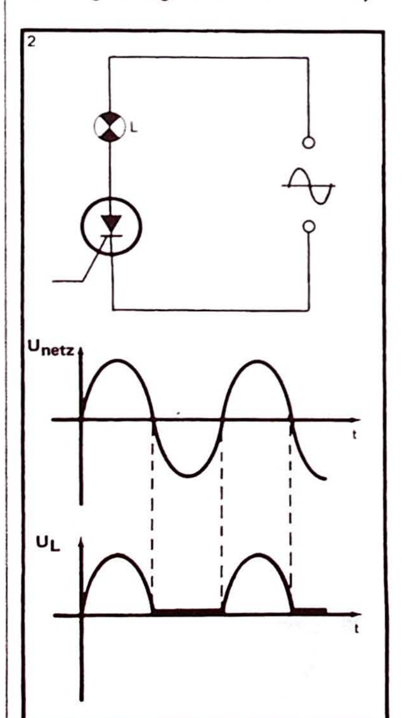


Bild 2. So wird eine Lampe mit einem Thyristor gesteuert. Da der Strom nur in der Pfeilrichtung der Diode fließen kann, wirkt nur die positive Halbwelle.

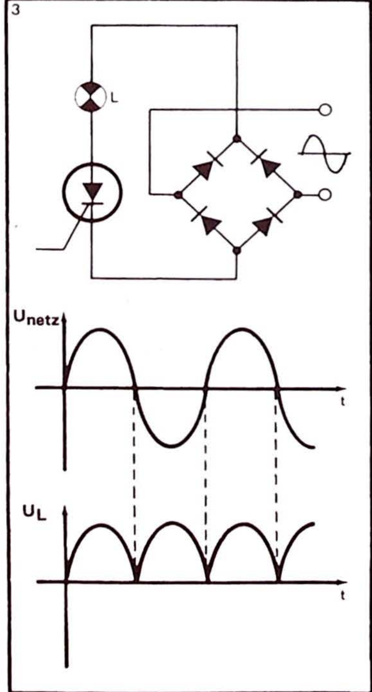
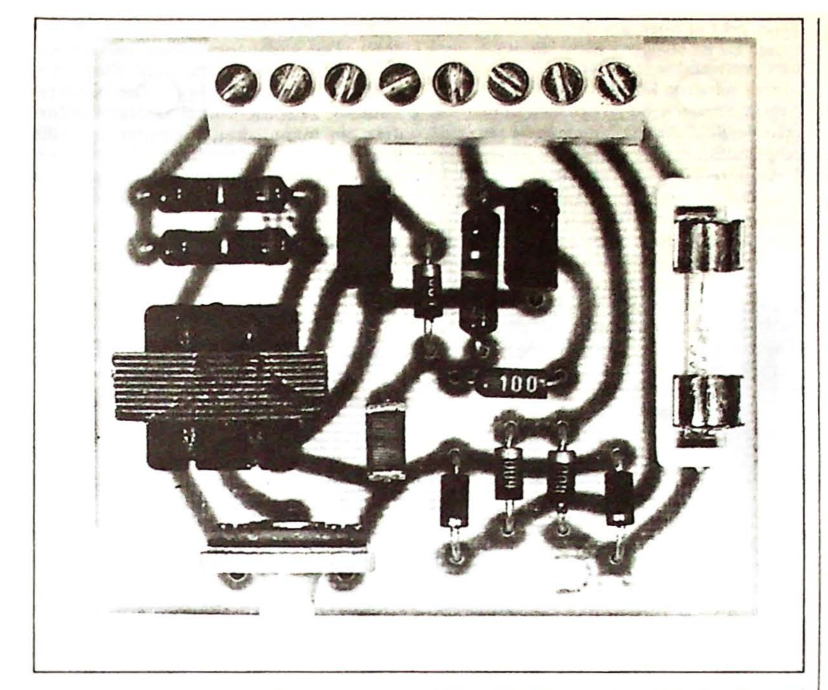


Bild 3. Mit der zwischengeschalteten Gleichrichterbrücke lassen sich auch die negativen Halbwellen der Netzwechselspannung verwerten.



Baukosten-Voranschlag
DM 26,–
ohne Gehäuse

Ladestrom ist in seinem Betrag viel zu klein, als daß die Lampe irgend etwas zeigen könnte. Sobald die Triggerschwelle von D3 erreicht ist, fließt Zündstrom, der Thyristor kommt in den Leitzustand. Die Strecke Diac/Gate-Kathode von D4 kann jetzt praktisch als Kurzschluß angesehen werden, so daß der Kondensator fast vollständig entladen wird. Auch die Anode/Kathode-Strecke des Thyristors ist praktisch ein Kurzschluß, so daß die Lampe L mit ihrem unteren Anschluß jetzt an der negativen Speisespannung liegt, also voll gesteuert wird (U3) Die Indices der Spannungen U1...U3 korrespondieren mit den von 1...3 bezeichneten Schaltungspunkten in Bild 5 oben.
Der untere Teil der Grafik zeigt auch, daß die Lampe zu Anfang jeder Halbwelle nicht gesteuert wird. Hieraus könnte man den Schluß ziehen, daß sie nicht so hell leuchtet, wie eine direkt an der Speisespannung liegende Lampe. Der Schluß ist richtig, aber in der Praxis macht sich der Einfluß nicht bemerkbar. Es ist ja nicht so, daß der Lampe im EIN-Zustand 30 Volt weniger Spannung zur Verfügung steht, sondern sie wird nur für eine kurze Zeit am Anfang jeder Halbwelle nicht gesteuert, bis die Spannung 30 Volt erreicht hat. Der Sinus ist ja im Nulldurchgang am steilsten, hier steigt die Spannung also sehr schnell; sobald die Triggerschwelle erreicht ist und der Thyristor gezündet hat, wird die Speisespannung voll genutzt. Die Zeit t in der unteren Grafik ist übertrieben „lang" dargestellt.
Bis jetzt wurde der Einfluß der Diode D2 in Bild 1 nicht berücksichtigt. Sie sorgt nämlich dafür, daß der für die Anti-Lampe zuständige Thyristor, um den es in Bild 5 geht, nur dann zünden kann, wenn die Normal-Lampe aus ist. Die Wirkungsweise ist einfach. Wenn die linke Lampe leuchtet, liegt die Anode des Thyristors D1 auf dem Potential der negativen Speisespannung, somit auch die Kathode der Diode D2. Da ihre Anode mit dem Kondensator verbunden ist, leitet D2, sobald sich am Kondensator eine positive Spannung aufbauen will. Sie schließt somit den Kondensator kurz, er kann sich nicht aufladen. Aber, wie gesagt, nur dann, wenn die Normal-Lampe leuchtet. Wenn der Kondensator nicht geladen wird, kommt der zweite Thyristor überhaupt nicht in den Leitzustand, die Anti-Lampe bleibt aus.
Fällt das steuernde NF-Signal am Eingang weg, dann sperrt D1. Die Anode liegt somit auf dem positiven Potential der Speisespannung, während die Spannung am Kondensator höchstens 30 V erreichen kann: Die Diode D2 ist somit gesperrt, der Kondensator lädt sich auf, wie vorher beschrieben und der Thyristor D4 zündet.
Die notwendige Verzögerung für die Anti-Lampe zur Verhinderung unerwünschter Lichtblitze ist auch hier eingebaut. Die Werte von R4 und C1 wurden passend gewählt.

Bauhinweise

Für diese einfache, kleine Schaltung wurde ein ebenfalls kleiner Print entworfen, mit großen Kupferkreisen um die Bohrungen, damit auch Interessenten mit wenig Nachbauerfahrung es einfach haben.
Alle Ein- und Ausgänge der Schaltung befinden sich in einer Reihe an einem Rand des Prints.
Man kann diese 8 Stellen mit Lötstiften oder Lötlippen bestücken. Aber nicht vergessen: 6 von den 8 Anschlüssen führen Netzspannung. Bei Lichtorgeln und Lichtdimmern liegt immer die gesamte Schaltung an der Netzspannung, deshalb darf man grundsätzlich nichts mehr anfassen, wenn der Netzstecker in der Dose ist, und die Schaltung sollte auch nicht offen rumliegen, sondern in ein Gehäuse.
Um dem Bauvorschlag schon ein wenig Sicherheit vorab mit auf den Weg zu ge-

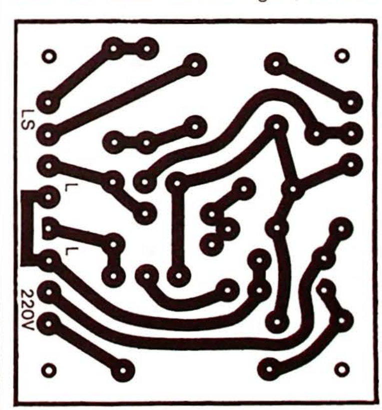


Bild 6. Der kleine Print für die Anti-Lichtorgel.

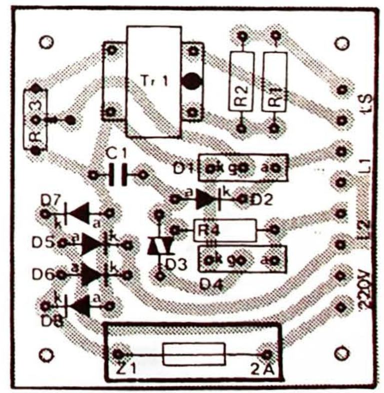


Bild 7. Der Bestückungsplan mit als Raster unterlegten Kupferbahnen.

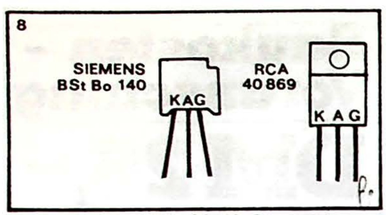


Bild 8. Die Anschlußbelegungen von zwei der gängisten Thyristoren. Bei anderen Typen liegt die Anode nicht unbedingt in der Mitte!

ben, wurden die 8 Anschlüsse so plaziert, daß man eine 8polige Print-Kabelklemme einlöten kann, oder, falls man diese nicht hat, aus doppel- oder vierpoligen diese Reihe zusammensetzen. Diese Print-Kabelklemmen kann man sich wie angereihte Lüsterklemmen vorstellen, die unten je Klemme einen Stift haben. Diese Pins stehen im Abstand von 5 mm, kommen in die passend angebrachten Printbohrungen und werden angelötet. Oben auf der Bestückungsseite stehen die Klemmen zur Verfügung. Wenn man die Informationen berücksichtigt, die in den Fotos und im Bestükkungsplan enthalten sind, dann kann bei der Bestückung eigentlich nicht viel schief gehen. Worauf man aber besonders achten muß, ist die Polarität der Dioden.

Was eventuell ein kleines Problem geben könnte, sind die Thyristoren, weil es so viele verschiedene Typen gibt, mit unterschiedlichen Anschlußbelegungen, und weil sich im Fachhandel noch keine richtige „Norm" durchgesetzt hat. Was grundsätzlich zu beachten ist: Es muß ein 1 Ampere-Typ mit einer minimalen Sperrspannung von 400 Volt sein. Hier hat jeder Händler das Passende da, aber dann geht es noch um die Anschlußbelegung. Es ist übrigens nicht sinnvoll, Typen verwenden zu wollen, die mehr Strom schalten können. Denn bei diesen Typen ist auch ein größerer Zündstrom erforderlich, das Bauelement ist also unempfindlicher. Die Schaltung ist aber für 1 Ampere-Typen vorgesehen, so daß die Empfindlichkeit der Schaltung dann zu gering sein kann. Übrigens: An Lampenleistung kann man mit „größeren" Thyristoren schon deshalb nichts gewinnen, weil auch die Dioden im Gleichrichter nur für 1 Ampere ausgelegt sind.

In Bild 8 sind von einigen der gängigsten Thyristoren die Anschlußbelegungen aufgeführt.

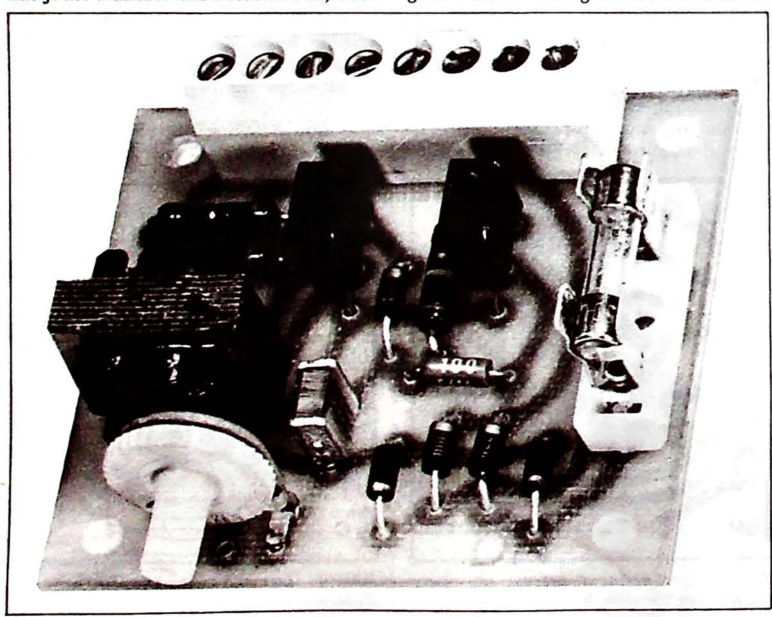
Gehäuseeinbau

Da wie bereits erwähnt die gesamte Schaltung auf Netzspannung liegt, muß der Aufbau in ein Gehäuse. Hierfür genießt ein Kunststoff-Gehäuse unbedingt den Vorzug; verwendet man ein Metallgehäuse, dann muß das Netzkabel einen Schutzerde-Leiter haben, der dann natürlich mit dem Gehäuse zu verbinden ist.

Eine wichtige Bemerkung noch zum Potentiometer. Eines der Fotos zeigt, daß ein Trimmer verwendet wurde. Dieser wurde nur zu Testzwecken eingesetzt. Beim Nachbau darf keinesfalls ein Trimmer verwendet werden, sondern nur ein Poti mit Kunststoffachse!

Für die Lampenanschlüsse könnte man theoretisch Auf- oder Unterputzsteckdosen verwenden, aber die sehen natürlich scheußlich aus auf einem kleinen Gehäuse. Deshalb werden die Kaltgeräte-Einbausteckdosen vorgeschlagen. Hier darf man sich aber keinesfalls vertun. Es gibt diese Kaltgeräte-Steckkontakte nämlich als Männchen und als Weibchen. Die Lampenausgänge müssen natürlich die Dosen sein, weil diese Anschlüsse Spannung führen. Die Netzverbindung der Lichtorgel dagegen erfordert ein männliches Exemplar, es heißt korrekt Kaltgeräte-Einbaustecker. Durch Vergleich mit der Stückliste und den dort aufgeführten korrekten Bezeichnungen dürfte eigentlich keine Verwechslung auftreten.

(Siehe auch Beitrag „Zusatzplatten" ab Seite 38 in dieser Ausgabe)



Stückliste

WIDERSTÄNDE 1/4 Watt, 5 %

R1, R2 = 10 Ohm
R3 = 470 Ohm, Poti lin., stehend, RM 5x10, mit Kunststoffachse
R4 = 100 k-Ohm

KONDENSATOR

C1 = 180 nF, z.B. Siemens MKH

HALBLEITER

D1, D4 = Thyristor 1 A, z.B. RCA 40869, Siem. Bst BO 140
D2, D5, D6, D7, D8 = 1 N 4007
D3 = Diac, z.B. BR 100, ER 900

SONSTIGES

Tr 1 = Trenntrafo 1:5, RM 10x 12,5
Z1 = Feinsicherung 2A mittel
1 x Bedienungsknopf für Poti-Kunststoff)
1 x 8pol-Print-Kabelklemme, am Stück oder anreihbar
4 x Zyl.-Kopf-Schlitzschr. M3x15
4 x Abstandsröhrchen 5mm
4 x Muttern M3
1 x Print LO-b

Für den Gehäuseeinbau sind erforderlich:

1 x Kunststoffgehäuse nach Wahl
1 x Lautsprecher-Einbaustecker DIN 41529, z.B. Hirchmann LSE 1
1 x Netzschalter 2xEIN, 2 A, mit Zentralbefestigung
1 x Kaltgeräte-Einbaustecker 220 V
2 x Kaltgeräte-Steckerdosen 220 V
6 x Senk-(Linsen-)kopf.-Schlitzschr. M3x10
2 x Zyl.-kopf-Schlitzschr. M3x10
8 x Muttern M3

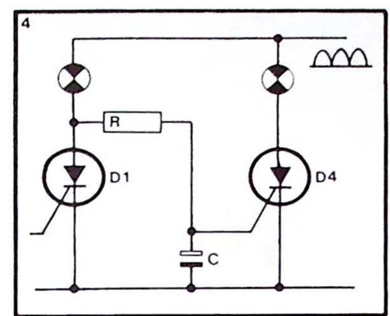
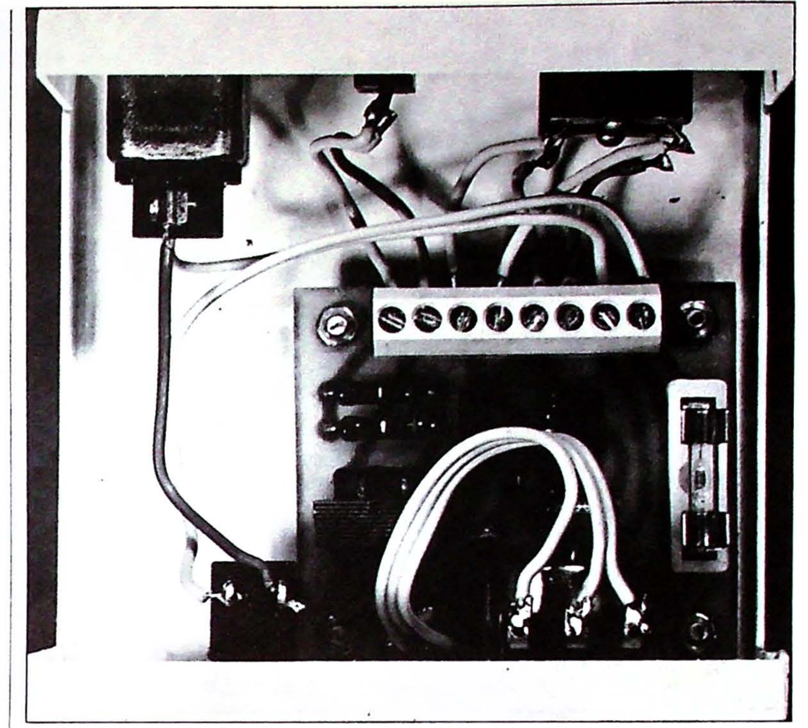


Bild 4. Die Anti-Lampe kann über einen Leistungswiderstand von der Normal-Lampe her gesteuert werden. Keine elegante Lösung, weil viel Wärme entsteht.



die ganze Speisespannung ab, so daß die Spannung an der Anode von D1, bezogen auf die gemeinsame Kathodenleitung Null ist. Über R kann somit kein Strom auf das Gate von D4 fließen, so daß dieser Halbleiter sperrt; das ist richtig so, denn wenn die linke Lampe leuchtet, soll die Anti-Lampe aus sein. Im anderen Fall, wenn keine Musik kommt, ist D1 gesperrt, seine Anode liegt auf Speisespannung. Über R liegt nun das Gate von D4 auf positiver Spannung, es kann Zündstrom fließen und D4 kommt in den Leitzustand, die Anti-Lampe leuchtet.

Zwischen Gate und Kathode des zweiten Thyristors liegt ein Kondensator mit relativ kleiner Kapazität. Er hat die Aufgabe, den Zündzeitpunkt des zweiten Thyristors ein ganz klein wenig zu verzögern.

Ohne diesen Elko passiert nämlich folgendes: Wenn die Normallampe (links) nur für einen sehr kurzen Moment in den AUS-Zustand gesteuert wird, weil der Thyristor kurzzeitig sperrt, dann zündet bereits der zweite Thyristor und die Anti-Lampe erzeugt einen Lichtblitz. Im Lichtorgelbetrieb passiert dieses Sperren im linken Stromkreis fast ständig, ohne daß es auffällt, weil die Lampe und noch mehr das menschliche Auge zu träge reagieren. So gesehen, macht sich die Erscheinung als unbegründetes Aufleuchten der Anti-Lampe bemerkbar. Der Kondensator muß nun beim Sperren des linken Thyristors erst einmal geladen werden, damit der zweite Thyristor zünden kann. Das dauert zwar nur sehr kurze Zeit, aber sie reicht, das unmotivierte Blitzen der Anti-Lampe zu verhindern.

Die Schaltung nach Bild 4 ist zwar im Prinzip zu gebrauchen, hat aber einen schwerwiegenden Nachteil: Die Leistung, die im Widerstand R erzeugt und in Wärme umgesetzt wird, ist gemessen an elektronischen Normen ziemlich beträchtlich, hier gehört ein 10 Watt-Widerstand (!) hin. Bei längeren Musik-Pausen sperrt D1, der Widerstand liegt dann die ganze Zeit an der Speisespannung, da ja die Gate/Kathode-Strek-

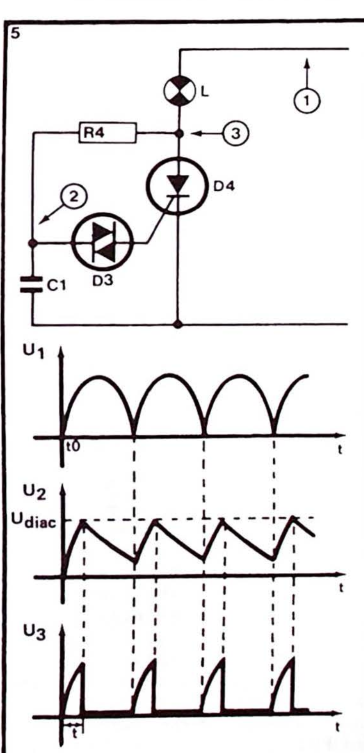


Bild 5. Die Steuerung für die Anti-Lampe ist eine vereinfachte Lichtdimmerschaltung, die auf „voll" steht.

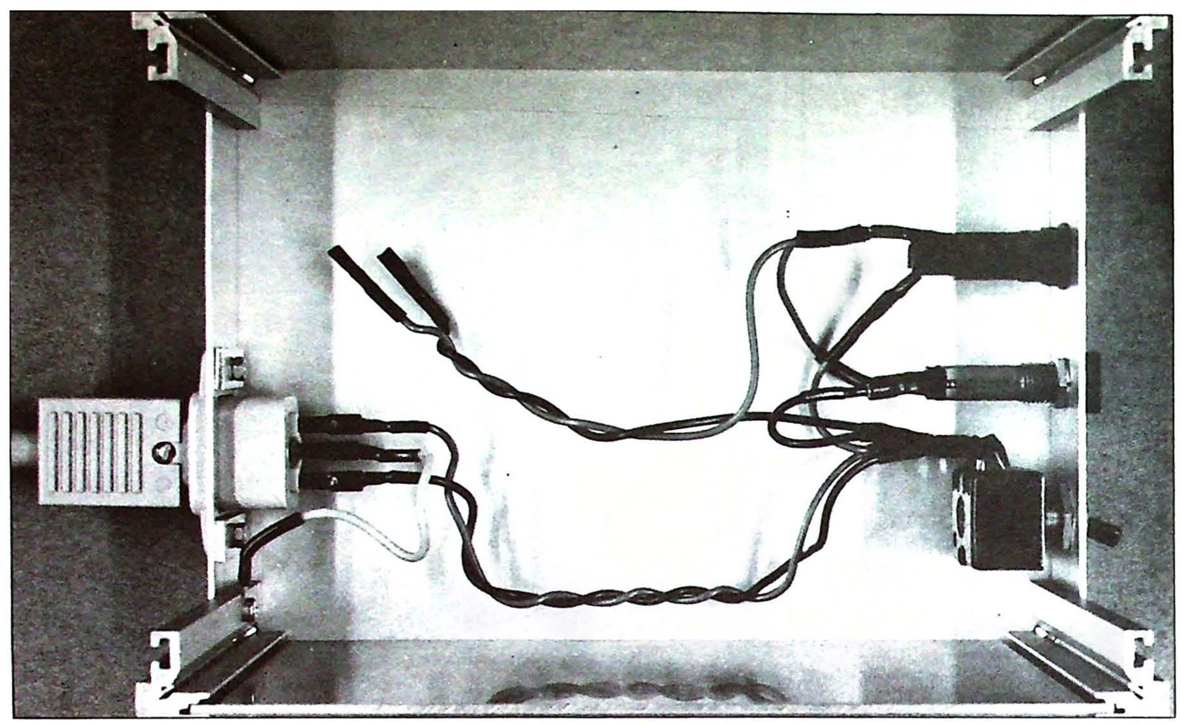
ke des Thyristors D4 im gezündeten Zustand (fast) ein Kurzschluß ist. Der erforderliche Widerstand ist nicht nur vom Äußeren her sehr voluminös, vielmehr läßt die Wärmeentwicklung es nicht mehr zu, die Schaltung, wie vorgesehen, in ein kleines Gehäuse einzubauen.

Eine bessere Lösung erfordert zwar zwei zusätzliche Bauelemente, ist aber „sauber".

Bild 1 zeigt, wie die Schaltung jetzt aussieht. Die Anordnung der Bauelemente um Thyristor D4 ist ganz ähnlich wie bei einer typischen Lichtdimmer-Schaltung. Widerstand R4 bildet mit Kondensator C1 ein RC-Zeitglied, von dessen Bemessung der Zündzeitpunkt des Thyristors abhängt. Es bestimmt nämlich die Geschwindigkeit, mit welcher der Kondensator nach einer Entladung (das letzte Zünden des Thyristors) wieder geladen wird. Mit der Triggerdiode D3 wird erreicht, daß die Spannung am Kondensator erst einmal auf ca. 30 Volt ansteigen muß, bevor der Thyristor zündet.

Die Grafik in Bild 5 soll das Verhalten der Schaltung deutlich machen. Zum Zeitpunkt t1 beginnt gerade eine Halbwelle der Netzspannung; es kann dank der Doppelweggleichrichtung die positive oder negative Halbwelle sein (U1).

Die Spannung am Kondensator (U2) steigt an, bis die Durchbruchspannung der Triggerdiode D3 (Diac) erreicht ist; Der Ladestrom für den Kondensator fließt über L und R4, aber die Lampe leuchtet natürlich nicht, denn dieser



Der Einbau der Steckerplatte und der Schalterplatte in das Modul-Gehäuse. Das leicht verdrillte Kabel mit den beiden offenen Anschlüssen kommt an den Netztrafo. Der Schutzerde-Leiter des Kabels wird am hinteren, unteren Profilholm über eine Erdungsschraube mit der Gehäusemasse verbunden.

Modulgehäuse: Zusatzplatten

Für die P.E.-Modulserien „Meßmodule“ und „HiFi-Module“ sind Alu-Profilgehäuse in den Breiten 300 mm und 500 mm vorgesehen. Diese Gehäuse haben Gleitmutter-Kanäle, d.h. die Module sind „anreihbar“, wie das in der modernen Elektronik genannt wird. Während die Frontplatten praktisch ein fester Bestandteil des jeweiligen Moduls ist, müssen Zusatzplatten für Netzschalter, Lüftung, Buchsen usw. selbst angefertigt werden. Dieser Beitrag gibt dazu wichtige Hinweise.

Das in Heft 12/78 beschriebene Netzteil benötigt primär den Anschluß an die 220 V-Steckdose. Aus Sicherheitsgründen, festgelegt in den VDE-Regeln, ist es ein „Muß“, dabei einen zweipoligen Ausschalter und eine Sicherung vorzusehen. Der Bau je einer zweckmäßigen *Steckerplatte* und *Schalterplatte* wird unter diesen Stichwörtern beschrieben. Hinzu kommt der Bau von *Blindplatten* und solcher mit *Lüftungsschlitzen.* Zum Schluß etwas ganz Neues: *Simultan-Buchsen.*

Allgemeines

Die Tabelle I auf Seite 29 in P.E. 1-78 nennt für die 132,5 mm hohen und 1,5 mm dicken Platten 15 verschiedene Breiten in Moduleinheiten (ME). Eine Platte ME 1 ist 29,5 mm breit. Wegen Rundungen auf volle oder halbe Milimeter und wegen der Einfügung je eines Klemmprofilgummis zwischen zwei Platten ist die jeweilige Plattenbreite nicht ein Vielfaches von ME 1 = 29,5 mm! Deshalb müssen die Breitenmaße der erwähnten Tabelle entnommen werden. Für die später benötigten Platten sind außer der Breite ME 1 noch ME 1,5 = 44,5 mm und ME 2 erforderlich.

Als Werkstoff empfiehlt sich nur Aluminiumblech von 1,5 mm Dicke. Entsprechend den Oberflächen der Modul-Frontplatten sollten sie naturmatt oder schwarz eloxiert sein. Naturmatt wird auch als weiß oder silberfarben eloxiert bezeichnet, es gibt da aber viele Nuancen! Für Platten, die auf die Rückseite des P.E.-Gehäuses kommen, genügt blankes, also nicht eloxiertes Alublech. Dazu schneidet man etwa von dem zum P.E.-Modul-Gehäuse gelieferten Rückblech die benötigte Breite ab.

Als Nächstes sollten die Löcher für das Anschrauben der Platten an das P.E.-Modul-Gehäuse gebohrt werden. Als Regel gilt:

Lochdurchmesser = 3,5 mm

Abstand Mitte des unteren Loches vom unteren Rand = 5,5 mm

Mitte oberes Loch vom unteren Rand = 127 mm.

Diese Art der Maßfestlegung entspricht der Fachpraxis. Man erreicht damit außerdem, daß Unterschiede in der Plattenhöhe am *oberen* Plattenrand einen mehr oder weniger großen Spalt (sogenannte „Luft“) ergeben. Diese Luft fällt dort weniger oder gar nicht auf, weil sie vom vorstehenden Rand des Profilholmes verdeckt wird. Platten von ME 0,5 sowie ME 1 und ME 1,5 mm bekommen unten und oben nur ein Befestigungsloch und zwar auf Mitte der Plattenbreite. Bei Platten ab ME 2 sind oben und

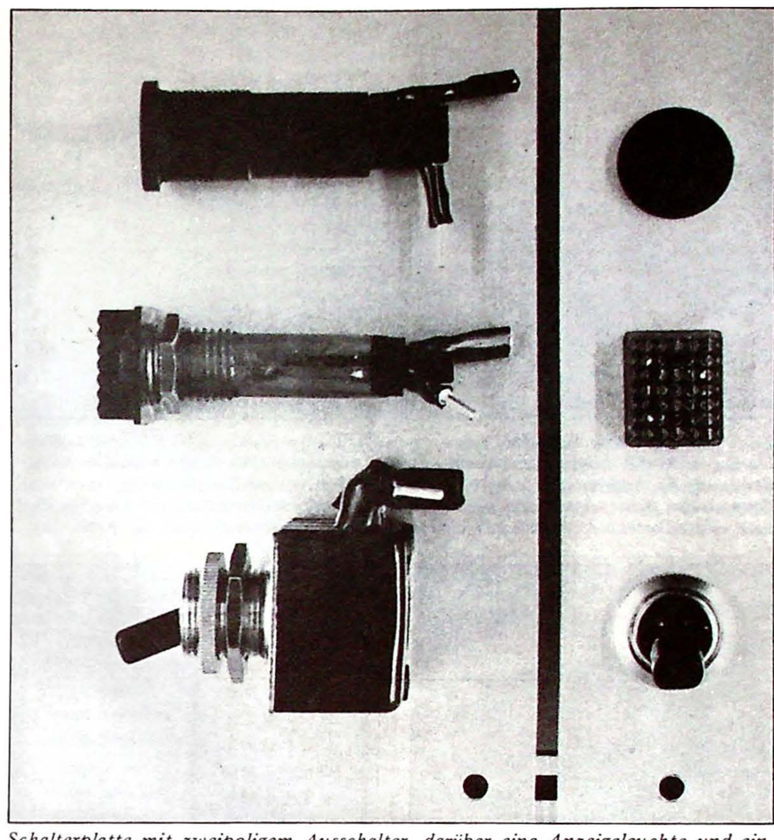
unten je 2 Löcher vorzusehen. Der Abstand Lochmitte vom linken bzw. rechten Rande soll 8 mm sein; man erinnere sich dabei daran, daß je ein etwa 2 mm breiter Rand vom Klemmprofilgummi verdeckt wird.

Man kann der Oberfläche von blanken, nicht eloxierten und kratzerfreien Alublechen mit einem Speziallack aus der Sprühdose, z.B. mit „Kontakt Plastik-Spray 70" ein silberfarbenes „Finish" geben, das der naturfarbenen Eloxierung ähnlich sieht. Natürlich fehlt dem Lack die unvergleichliche Härte der Eloxalschicht.

Steckerplatte

Wie schon öfter in P.E. beschrieben, sollte man sich den kleinen Aufwand leisten und statt eines in das Gehäuse eingeführten Netzkabels einen 3-poligen DIN/VDE-Kaltgeräte-Einbaustecker 6 A /250 V vorsehen. Der Vorteil des jederzeit abziehbaren 3-poligen Kabels mit einem Schuhkostecker an einem und einer DIN-Kaltgeräte-Kupplung am anderen Ende ist nicht von der Hand zu weisen.

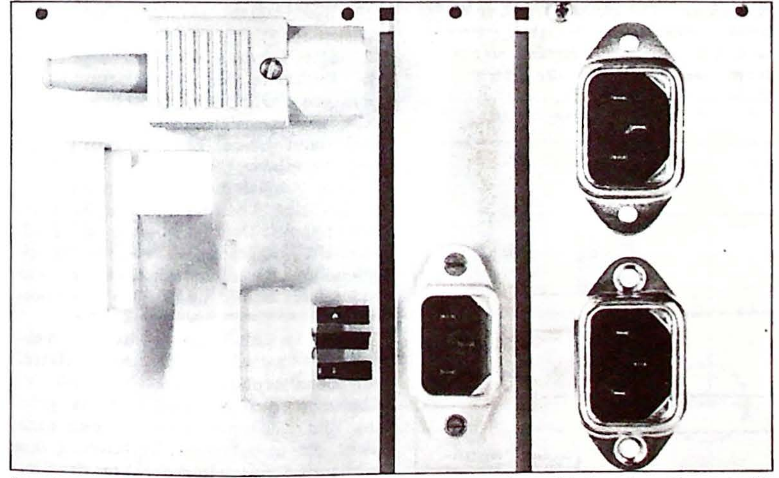
Als Plattenbreite nimmt man ME 1= 29,5 mm. Bei dieser Breite gelten auch die Angaben und Maße für den Anschluß des Netz-Schutzerdeleiters an das P.E. Modul-Gehäuse lt. P.E. 1-78, Seite 29 und 30. Es muß nun allerdings zugegeben werden, daß die sonst ausreichende Alu-Blechdicke von 1,5 mm an dieser Stelle nicht reicht. Wegen des großen Durchbruchs für den Einbaustecker bleiben am Rand rechts und links daneben nur etwa 5 mm stehen. Die Platte ist da geschwächt und kann sich also gegebenenfalls verbiegen. Dieser Fall ist gegeben, weil sich jeder Schukostecker und eben auch jede Kaltgeräte-Kupplung nur widerwillig eindrücken oder herausziehen lassen. Genügende Abhilfe geben 2 Unterlegplatten aus dem gleichen Alublech, grob auf etwa 10 x 25 mm zugeschnitten und mit einem Loch 3,5 mm Ø in der Mitte; je eines dieser Plättchen wird beim Festschrauben des Einbausteckers von innen unter die beiden Muttern M3 gelegt.



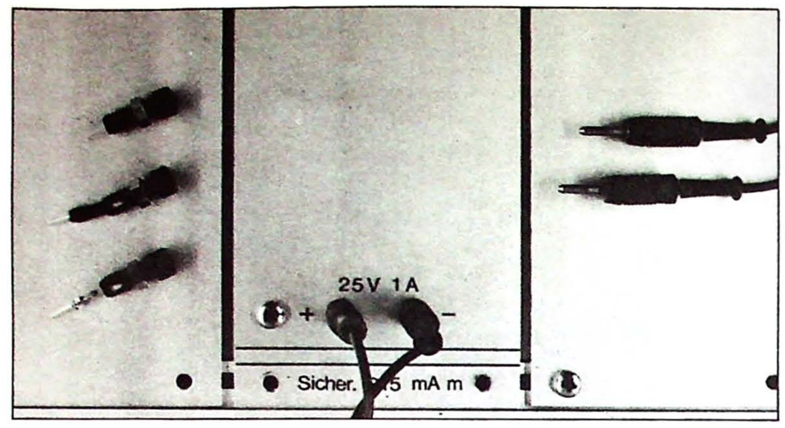
Schalterplatte mit zweipoligem Ausschalter, darüber eine Anzeigeleuchte und ein Sicherungshalter. Links die drei Teile lose, mit Steckanschlüssen und isoliert.

Weil der Einbaustecker möglichst weit unten auf der Steckerplatte sitzen soll, wurde ein Maß x = 23 mm festgelegt. Alle Höhenmaße sind auf der Zeichnung (Bild 1) mit x + ...mm festgelegt. Beim rechteckigen Ausschnitt müssen die Ecken gerundet sein, deshalb bohrt man dort zuerst 4 Löcher von 5 mm ϕ. Jetzt muß jeder Kaltgeräte-Einbaustekker hineinpassen, ob mit Metallfassung oder aus einem Stück in Kunststoff.

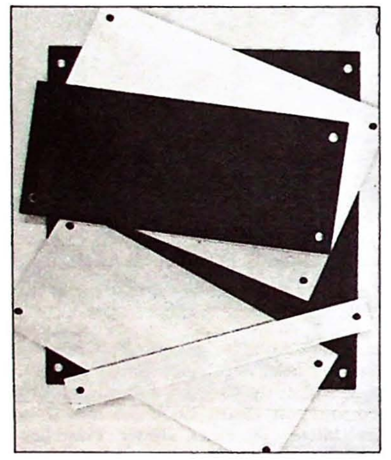
Zur Befestigung braucht man 2 Senkkopf-Schlitzschrauben M3 x 10 und 2 Sechskantmuttern M3. Die üblichen Metallfassungen von Einbausteckern haben nach unten durchgedrückte Versenkungen für die Schraubenköpfe, weshalb man die Löcher der Steckerplatte dann noch entsprechend ansenken muß; es gibt aber auch Metallfassungen, die 2 Zylinderkopfschrauben erfordern. Vorzuziehen sind auf jeden Fall die Einbaustecker aus hellgrauem Kunststoff.



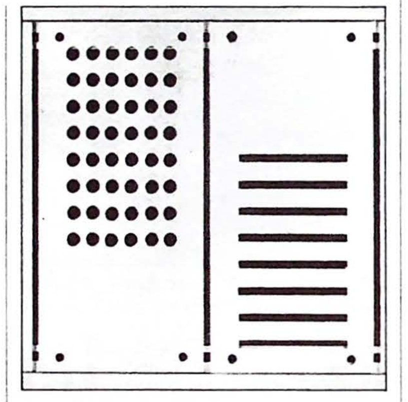
Steckerplatte mit montiertem Kaltgeräte-Einbaustecker. Links eine Kunststoff-Einbausteckerdose mit angelöteten Steckschuhen, die bereits schrumpfschlauchisoliert sind, sowie je eine gerade und eine Winkelkupplung. Rechts zwei verschiedene Metallausführungen von Einbausteckern. Die Einbaumaße sind bei allen gleich.



Zwei 2mm-Buchsen, Simultanbuchsen getauft, in der Front- oder Rückplatte eines Gerätes und mit seiner Speisespannung verbunden, erlauben es, von außen an die Spannung zu kommen. Das ist nützlich zum Messen und Kontrollieren, aber auch dann, wenn man schnell eine Spannung der vorhandenen „Größen" braucht und kein einstellbares Netzgerät hat. Links und rechts: lose Buchsen und Stecker.



Blindplatten sind 132,5 mm hohe Platten, in Cockpit-schwarz oder silber-metallic, mit je zwei oder vier Befestigungslöchern.



Das Einarbeiten der in der rechten Lüftungsplatte angebrachten Luftschlitze ist mühsam. Die gleiche Wirkung haben die 48 Bohrungen der linken Platte. Je nach beabsichtigter Führung des Luftstroms befestigt man die Platten wie die linke oder wie die rechte.

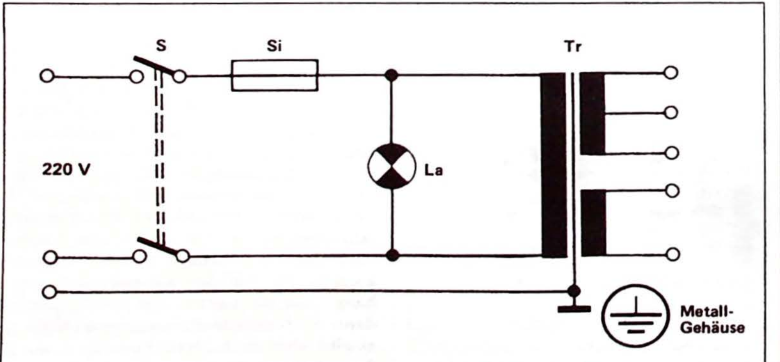


Bild 3. Schaltbild – wenn man das so nennen darf – für die Verbindungen der Steckerplatte mit der Schalterplatte, dem Netztrafo und der Gehäuse-Masse.

Schalterplatte

An sich könnte auf der Steckerplatte auch ein Schalter angebracht werden und dort natürlich auch eine Sicherung. Die Verdrahtung untereinander wäre einfacher, jedoch empfiehlt es sich, den Schalter an der Frontseite des Gehäuses griffbereit zu haben. Dort dann auch die Steckerdose mit dem Netzkabel zu haben ist aber ganz abzulehnen. Also nimmt man für die Gehäusevorderseite eine passende Platte Größe ME 1 = 29,5 mm Breite, in die ein Schalter, eine Anzeigeleuchte und eine Sicherungsfassung kommen. Für die hierzu empfohlenen Bauteile zeigt die Zeichung (Bild 2) die Vermaßung der 3 notwendigen Löcher.

In das unterste Loch kommt der übliche 2-polige Ausschalter 2 A/250 V mit dem bequemen zentralen Befestigungsloch. Darüber bringt man die überall erhältliche Anzeigeleuchte 220 V an. Sie kommt aus Japan, hat eine Glimmlampe mit Vorwiderstand und wird auch als Neon-Signalleuchte bezeichnet. Die geriffelte Lampenabdeckung gibt es in verschiedenen Farben; als Spannungsanzeigeleuchte ist immer die grüne Farbe vorzuziehen.

Schließlich kommt in das oberste Loch, über der Anzeigeleuchte, ein VDE-gerechter berührungssicherer Sicherungshalter 6,3 A/250 V.

Schalter und Sicherungshalter besitzen eine Verdrehsicherung, der Schalter hat dafür eine Nut im Gewinde, beim Si-Halter ist das Gewinde an einer Seite abgeflacht. Wirksam wird so etwas nur mit entsprechend geformten Befestigungslöchern in der Frontplatte. Industriell läßt es sich serienmäßig erzeugen, für uns Hobby-Elektroniker gibt es zwei Auswege:

(1) Beide Teile sorgfältig sehr fest-schrauben!

(2) Mit *leichten* Körnerschlägen auf der Rückseite der Frontplatte an der richtigen Stelle etwas hinzaubern, das eine gewisse Verdrehsicherung ergibt und dann beide Teile sorgfältig sehr fest schrauben.

Den Schalter setze man so ein, daß er mit den Lötösen auf die Anzeigeleuchte zeigt. Dann zeigt auch der Schalterknebel eingeschaltet auf die Anzeigeleuchte, die dann leuchtet und ein besonderes Schild „EIN-AUS" ist überflüssig.

Das Anschlußschema für die Verdrahtung zwischen der Steckerplatte, der Schalterplatte und den 220 V-Klemmen des Netzgeräte-Trafos geht aus Bild 3 hervor; dabei vergesse man nicht die sachgerechte Verbindung des mittleren Schutzleiterkontaktes des Einbausteckers mit der Gehäuseerdungsschraube. Als Kabel nimmt man isolierte rote und schwarze Litze von 0,75 mm2 Querschnitt, für die Schutz-

erdeleitung mangels eines gelb/grünen Kabels ein gelbes oder grünes.

Blindplatten

Grundlage der zwei vorher beschriebenen Platten sind verschieden breite Platten mit 2 oder 4 Löchern 3,5 mm Ø zum Festschrauben auf die Schiebemutterkanäle des P.E.-Modul-Gehäuses. Blindplatten sind nichts weiter als solche Platten mit 2 oder 4 Löchern in der benötigten ME-Breite und der möglichst passenden Oberfläche und Farbe. Man vergesse nicht eine Blindplatte von ME 0,5 = 14,3 mm Breite, die wahrscheinlich auch benötigt wird. Selbstverständlich kann man jederzeit eine passende Blindplatte durch Anbringen eines Moduls zu einer Modul-Frontplatte umändern.

Lüftungsschlitze

Sind außer auf dem Rückblech des Modul-Netzteiles (siehe P.E. 12-78, Zeichnung Seite 68) weitere Lüftungsschlitze erforderlich, nimmt man dafür ein Blech ME 2 = 60 mm breit und sägt 8 Schlitze von je 40 mm Länge, 3 mm Schlitzbreite bei einem Schlitzabstand bon 7 mm. Das ergibt etwa 1000 mm2 Luftdurchlass. Stattdessen kann man auch einfach etwa 50 Löcher mit je 5 mm Ø anbringen. Anstelle eines Schlitzes kommen dorthin 6 Löcher 5 mm Ø mit einem Zwischenraum von immer 2 mm. 8 solcher Lochreihen ergeben 48 Löcher, was knapp 1000 mm2 sind.

Simultan-Buchsen

Das Netzgerät ist in das Geräte-Gehäuse eingebaut. Wenn man mit einem Modul noch experimentieren will, bevor man es einbaut, wird die 25 V-Speisespannung außerhalb des „Kastens" benötigt. Also baue man sich gleich in das Netzgerät des P.E.-Modulgehäuses zwei von außen zugängliche Buchsen ein. Eine für Plus, eine für Minus (Masse). Die Löcher für die Befestigung von je einer roten = Plus und einer schwarzen = Minus 2 mm – Buchse, Typ Hirschmann Mbi 1, sind schon beim Modul-Netzteil in Heft 12-78 auf Seite 68 vermaßt: 2 Bohrungen von 5 mm. Die genannten Buchsen haben einen isolierten Kopf, sind also in einer Metallplatte verwendbar. Man achte auf das Hirschmann 2 mm-Programm, da dort die Stecker – im Gegensatz zu den 4 mm Bananensteckern – massiv, die Buchsen aber gefedert sind. Das Foto zeigt als Beispiel das Rückblech des Versuchs-Netzteiles. *W.F. Jacobi, Köln*

Frühere P.E.-Beiträge zu diesem Themenbereich siehe Heft 1/78, ab Seite 27, Heft 9/78, Seite 60 und 12/78, Seite 68. Beachten Sie bitte auch die Aufstellung der bisher veröffentlichten Modul-Schaltungen auf der nächsten Seite.

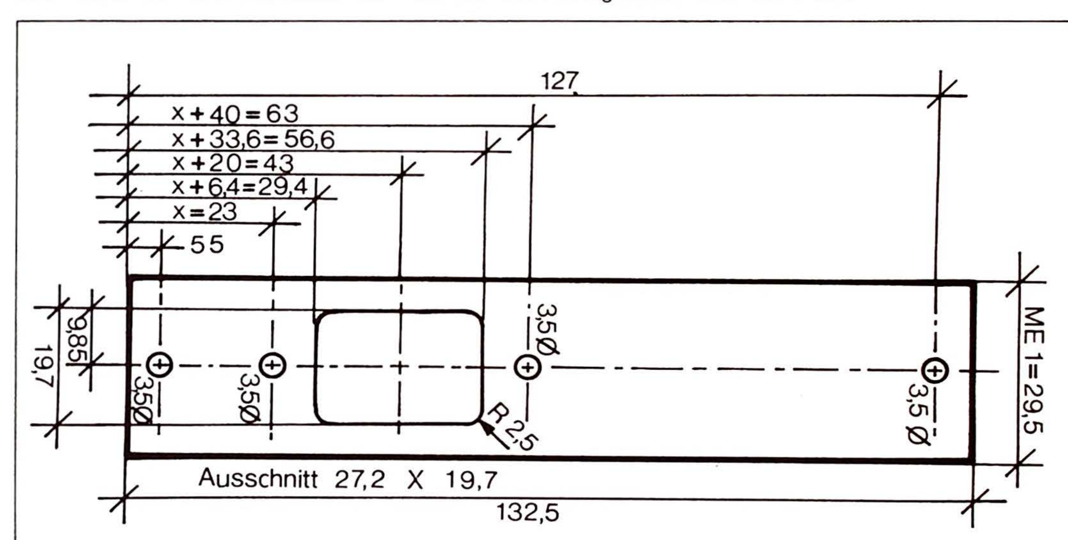


Bild 1. Maßskizze für die Steckerplatte. Auf dieser Zeichnung sind auch die zwei Bohrungen für die Befestigung der Platte auf den Gleitmutter-Kanälen des Gehäuses vermaßt.

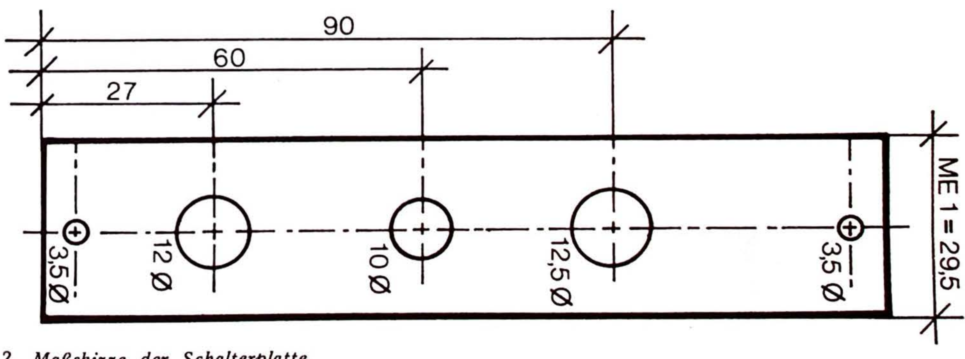


Bild 2. Maßskizze der Schalterplatte.

Hinweis für neue Leser:

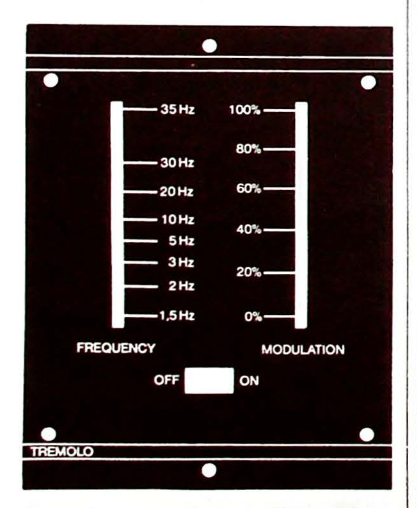
In früher erschienenen Ausgaben von P.E. sind Bausteine für eine NF-Anlage in HiFi-Qualität und für einen Meßplatz beschrieben. Man kann diese Module einzeln verwenden oder kombiniert. Weitere Bausteine werden folgen, so ist z.B. für die Ausgabe 2/79 oder 3/79 das „n-Kanal-Mischpult in Modultechnik" vorgesehen. Zu diesem Modul gehört eine Frontplatte, die nach der Montage mit dem bestückten Print eine mechanische Einheit bildet. Natürlich sind die Frontplatten jeder Serie im Design aufeinander abgestimmt.
Die Module können in ein Gehäuse mit Gleitmutterkanälen eingebaut werden, das der Fachhandel anbietet. Auf diese Weise sind die einzelnen Module „anreihbar", können ausgetauscht werden, man kann Erweiterungen oder Änderungen vornehmen. Auf diese Modulserien und das Gehäuse bezieht sich der Beitrag „Zusatzplatten" in dieser Ausgabe.
Die bisher beschriebenen Bausteine:

Modulserie 1: HiFi-Module

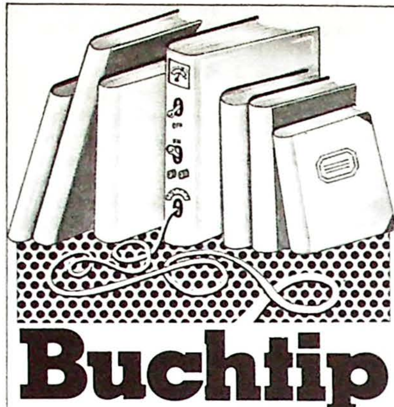
50 Watt-Modul	Heft 3/77
LED-VU-Meter	4/77
Tremolo	5/77
Leslie (Zusatz zum Tremolo)	6/77
Basisbreite	7/77
Loudness-Filter	8/77
Rauschfilter	2/78
Hall	4/78
Netzteil	12/78

Modulserie 2. Modulare Meßplatz

Sinusgenerator	1/78
Rechteckformer (Zusatz zum Sinusgenerator)	3/78
Digital-Meter für DC-Volts	5/78
Ohms (Zusatz zum Digitalmeter)	7/78



Frontplatte zum Tremolo-Modul. Wahre Höhe: 132,5 mm



Buchtip

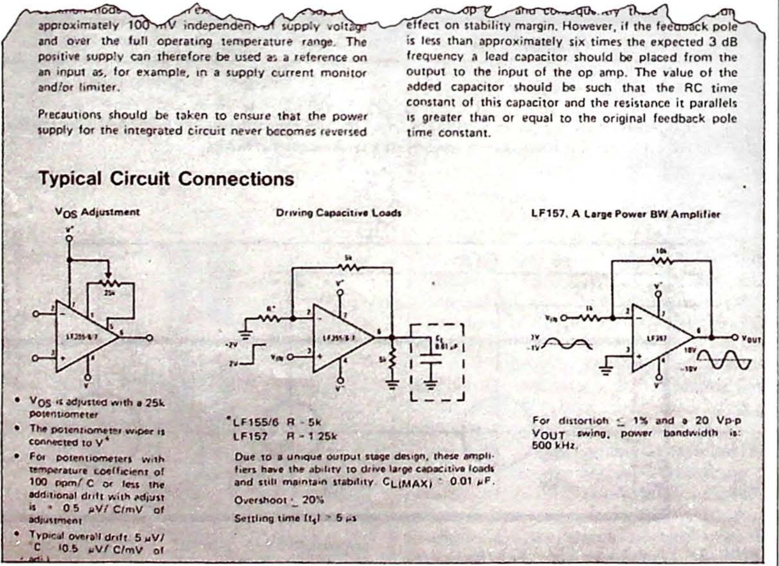
Mehr als 1,1kg Daten auf 1196 Seiten

das ist das neue „Linear Data Book" von National Semiconductor in englischer Sprache. Gegliedert in die zwölf Abschnitte

- Spannungsregler
- Referenzspannungsquellen
- Operationsverstärker
- Buffer
- Instrument-Verstärker
- Komparatoren
- Analog-Schalter
- Sample and Hold-Schaltungen
- Analog/Digital- und Digital/Analog-Wandler
- Professionelle lineare ICs
- NF-, Radio- und FS-Schaltungen
- Transistor- und Dioden-Arrays

enthält es ausführliche Unterlagen über das wohl umfangreichste Programm auf diesen Gebieten. Dabei ist anzumerken, daß nicht nur die spezifischen ICs dieses einen Herstellers aufgeführt sind, man findet auch die Daten nahezu aller Standard-Typen wie z.B. 709, 741 oder 555; allerdings im firmeneigenen Code von National Semiconductor. Das bedeutet, daß zwar die ersten beiden Buchstaben der Typenbezeichnungen zumeist bei Operationsverstärkern LM lauten, die nachfolgende Zahl entspricht dann aber der Standard-Bezeichnung.
Beispiel: LM 741 = μA 741 = 741 (allgemein!).
Das Linear Data Book unterscheidet sich durch seine Ausführlichkeit wohltuend von manchen anderen Datenblattsammlungen. Außer den üblichen Tabellen und Diagrammen findet man neben Testschaltungen zumeist eine Reihe von Anwendungsbeispielen. Sie werden oft noch durch „Application hints", d.h. durch Hinweise für den Schaltungsbau ergänzt. Teilweise findet man sogar Vorschläge für das Print-Layout und die Bestückung. Alles in Allem: ein nützliches Nachschlagewerk.

Linear Data Book, Ausgabe 1978, 1196 Seiten
Herausgeber: National Semiconductor GmbH
Industriestraße 10
8080 Fürstenfeldbruck
Das Buch wird gegen eine Schutzgebühr abgegeben.
Bezugsquellen: National Vertragshändler



approximately 100 mV independent of supply voltage and over the full operating temperature range. The positive supply can therefore be used as a reference on an input as, for example, in a supply current monitor and/or limiter.

Precautions should be taken to ensure that the power supply for the integrated circuit never becomes reversed

effect on stability margin. However, if the feedback pole is less than approximately six times the expected 3 dB frequency a lead capacitor should be placed from the output to the input of the op amp. The value of the added capacitor should be such that the RC time constant of this capacitor and the resistance it parallels is greater than or equal to the original feedback pole time constant.

Typical Circuit Connections

V_{OS} Adjustment

- V_{OS} is adjusted with a 25k potentiometer
- The potentiometer wiper is connected to V^+
- For potentiometers with temperature coefficient of 100 ppm/°C or less the additional drift with adjust is ≈ 0.5 µV/°C/mV of adjustment
- Typical overall drift 5 µV/°C ± 0.5 µV/°C/mV of adj.)

Driving Capacitive Loads

*LF155/6 R = 5k
LF157 R = 1.25k

Due to a unique output stage design, these amplifiers have the ability to drive large capacitive loads and still maintain stability. $C_{L(MAX)}$ ≅ 0.01 µF.

Overshoot ≤ 20%

Settling time (t_s) ≅ 5 µs

LF157, A Large Power BW Amplifier

For distortion ≤ 1% and a 20 Vp-p V_{OUT} swing, power bandwidth is: 500 kHz.

Bitte ausfüllen und zurückschicken

P.E. Fragebogen Aktion

Lieber Leser,

wie Sie gelesen haben, hat P.E. den Verlag gewechselt. Mit diesem Wechsel sollen nicht nur die Arbeits-Bedingungen für die Redaktion verbessert werden, sondern außerdem wollen wir durch noch mehr Informationen, von Ihnen über Sie, P.E. laufend verbessern, ergänzen und redaktionell ausbauen.

Jede Redaktion muß, bevor sie eine Zeitschrift macht, ein bestimmtes Bild von den Personen haben, die die Zeitschrift lesen sollen und wie deren Anforderungen an eine Zeitschrift aussehen. Nur so kann man einer Zeitschrift ein bestimmtes Gesicht, eine bestimmte Zusammensetzung, eine bestimmte Mischung aus Text und Bild und eine entsprechende Sprache geben. Der Erfolg einer Zeitschrift hängt so in entscheidendem Maße von der Richtigkeit dieses Bildes ab. Im Verlagsdeutsch wird dies als Zielgruppenbestimmung bezeichnet.

Selbst wenn nun am Anfang die Zielgruppe richtig bestimmt wurde, muß man von Zeit zu Zeit überprüfen, ob nicht durch hinzugekommene neue Leser sich diese Zielgruppe geändert hat. Es hat auch schon den Fall gegeben, daß trotz falscher Zielgruppenbestimmung eine Zeitschrift Erfolg hatte, weil von Mund-zu-Mund-Propaganda die Interessenten auf eine neue Zeitschrift aufmerksam wurden. Für uns also Gründe genug, Sie um Mitarbeit zu bitten.

Helfen Sie mit, P.E. noch mehr Ihren Wünschen und Vorstellungen gemäß zu gestalten. P.E. kann und soll durch Sie und mit Ihnen eine erfolgreiche Verbindung zwischen den Möglichkeiten und Fortschritten der Elektronik halten.

Deshalb also nochmals unsere Bitte: Füllen Sie den Fragebogen vollständig aus und senden Sie ihn an unsere Redaktion. Schreiben Sie schnell, denn für die ersten 100 Einsender gibt's als Belohnung einen Print nach freier Wahl aus der Liste rechts unten (bitte den gewünschten ankreuzen und Ersatzwunsch angeben).

Vielen Dank!

Ihre P.E. Redaktion

Alter ______________

Geschlecht

☐ männl. ☐ weibl.

Beruf:

☐ Angestellter/Beamter
☐ Facharbeiter
☐ Techniker
☐ Schüler/Student
☐ Sonstiges

Ausbildung:

☐ Hauptschule
☐ Mittel-/Realschule
☐ Abitur
☐ Hoch- oder Fachschulstudium

Familienstand:

☐ ledig ☐ verheiratet

Einkommen netto:

☐ unter DM 500,-
☐ DM 501,- bis DM 1.000,-
☐ DM 1.001,- bis DM 1.500,-
☐ DM 1.501,- bis DM 2.000,-
☐ über DM 2.000,-

Davon zur freien Verfügung

☐ unter DM 100,-
☐ DM 101,- bis DM 200,-
☐ DM 201,- bis DM 300,-
☐ DM 301,- bis DM 600,-
☐ DM 601,- bis DM 1.000,-
☐ über DM 1.000,-

Ich gebe aus für Prints,, Bauteile, elektronische Geräte, Bausätze, Material u.ä.

☐ bis DM 20,- monatlich
☐ DM 21,- bis DM 50,- "
☐ DM 51,- bis DM 100,- "
☐ DM 101,- bis DM 200,- "
☐ über DM 200,- "

Seit wann kaufen Sie P.E.?

☐ Von Anfang an
☐ Länger als 12 Monate
☐ Länger als 6 Monate
☐ Länger als 3 Monate
☐ Erst seit November 78

Welche andere Zeitschriften lesen Sie noch?

☐ ELO
☐ Immer ☐ Manchmal ☐ Früher
☐ Elektor
☐ Immer ☐ Manchmal ☐ Früher
☐ Die Schaltung
☐ Immer ☐ Manchmal ☐ Früher
☐ Elrad
☐ Immer ☐ Manchmal ☐ Früher
☐ Andere

Wie empfinden Sie das größere Format und die geänderte grafische Gestaltung?

☐ Es wäre besser gewesen, wenn alles geblieben wäre wie vorher
☐ Abwarten
☐ Die Vorteile überwiegen die Nachteile
☐ Beides ist besser als bisher
☐ Mit gefällt nur das größere Format
☐ Mir gefällt nur die andere grafische Gestaltung

Wie beurteilen Sie den redaktionellen Inhalt von P.E.?

☐ Interessant und aktuell
☐ Zu langatmig
☐ Zu kurze Erklärungen
☐ Gerade richtig
☐ Die Sprache ist zu kompliziert
☐ Die Sprache ist zu banal
☐ Gerade richtig
☐ Die Beiträge sind nicht aktuell
☐ Die Beiträge sind uninteressant
☐ Es fehlen in der Zeitschrift

____

☐ Mehr Fotos bitte
☐ Mehr Zeichnungen bitte
☐ Weniger Fotos
☐ Weniger Zeichnungen
☐ Mehr Grundlagenbeiträge
☐ Nein, eher weniger
☐ Mehr komplexe Schaltungen
☐ Nein, eher weniger

Die durchschnittlichen Baukosten pro Schaltungsentwurf sind

☐ zu hoch
☐ können auch höher sein
☐ gerade richtig

Sonstige Bemerkungen:

____

____

____

____

____

Alle Angaben werden vertraulich behandelt und nicht weitergegeben.

Preise:

☐ Spannungsquelle GV-a Heft 2/76
☐ Minimix MM-a Heft 5/77
☐ Mini-Uhr mit Maxi-Display DK-c/d Heft 8/77
☐ Spannungslupe SL-a Heft 3/78
☐ Peacemaker PM-a Heft 5/78
☐ Sensorschalter TT-b Heft 6/78
☐ Infrarot-Sender IR-a Heft 8/78
☐ Infrarot-Empfänger IR-b Heft 8/78



Ihr Schaltungswunsch in P.E.!

P.E. praktiziert Mitbestimmung für aktive Freizeitelektroniker! Wie funktioniert das?

In jeder Ausgabe von Populäre Elektronik finden Sie eine vorgedruckte Karte zum Abtrennen. Auf der Rückseite tragen Sie fünf Schaltungswünsche ein. Freimachen und abschicken – das ist alles. Wenn Sie Nochnichtabonnement sind und ein Abo bestellen, stecken Sie die Hitparadenkarte zu der Abokarte in einen Umschlag, der mit DM 0,50 frankiert wird. Dann sind Sie für ganze 10 Pfennige auch in der Hitparade dabei.

Die Schaltung „Anti-Lichtorgel" in dieser Ausgabe nahm bisher in der Hitparade den 11. Platz ein. Hit Nr. 1, das „n-Kanal-Mischpult in Modultechnik" kommt in Heft 2 oder 3/79, also in Kürze.

Für die nächsten Ausgaben vorgesehen sind auch die Titelnummern 3,4,5,9,10,17.

Die eingesandten Schaltungsvorschläge werden in der Reihenfolge ihrer Nennung mit 5,4,3, Punkten usw. bewertet.

1.	Mischpult in Modultechnik	2060
2.	Kurzwellen-Empfänger	1798
3.	US-Einbruchalarm	1655
4.	Modellbahnelektronik	1510
5.	Ladegerät für NiCd-Akkus	1377
6.	Black-Box-Verstärker	1288
7.	Klangeinsteller in Modultechnik	1167
8.	Thermometer	1152
9.	Netzteile (allg.)	1075
10.	Frequenzzähler	1120
11.	Vorverstärker Modul	800
12.	Umformer für Leuchtstofflampe	584
13.	Stroboskop	673
14.	Black-Box-Vorverstärker	545
15.	RLC-Meter	464
16.	UKW-Empfänger	389
17.	Lauflicht	320
18.	Lichtschranke	246
19.	Antennenverstärker	188
20.	Fernsteuerung	173

Inserentenverzeichnis

Der Abo-Tip

Aus der Praxis für die Praxis: Irgendwer hat irgendwann eine Idee, wie man als Hobby-Elektroniker mit einem kleinen Trick Arbeit oder Material sparen kann, etwas besser oder schneller machen kann usw. Meist handelt es sich um Kleinigkeiten, die angeblich „nicht der Rede wert" sind.
P.E. meint: Eine Tipkiste ist eine Trickkiste. P.E. macht die Kiste auf. Und holt in der Tip-Rubrik einen nach dem anderen heraus: In dieser Ausgabe finden sie den Tip Nr. 11. Er zeigt, wie man die Daten eines Trafos aus der Bastelkiste herausfindet damit auch ältere und unbekannte Modelle zum Einsatz kommen können. Das spart Geld denn Trafos sind teuer. Hier gleich der nächste Tip: P.E.-Abonnent werden! Dann füllt sich Ihre Trickkiste von selbst.

Und damit sich die Sache auch für Sie lohnt, können Sie P.E. für nur DM 29,80 im Jahr (= 12 Ausgaben) abonnieren. Mit einem Preisvorteil von über 25 %. Vom Postboten ins Haus gebracht, immer etwas früher als am Kiosk. Und so wird man Abonnent: P.E. Abo-Karte ausfüllen und an den Verlag schicken. Den Betrag von DM 29,80 als Scheck beifügen oder auf Postscheck-Konto Hamburg 332 287 - 208 für M+P Zeitschriften Verlag GmbH + Co. Hamburg einzahlen. Fertig!

Vorschau

In den Ausgaben 2/79
und 3/79 bringt
POPULÄRE ELEKTRONIK
u.a. folgende Beiträge:

Fotoreport
Gehäuse aus Printmaterial

n-Kanal-Mischpult
in Modultechnik

DC-Fuse
elektronische Sicherung im Gleichstromkreis

Frequenzzähler '79
8stellige Anzeige
Grundmeßbereich 10 MHz, erweiterbar
Eingangsempfindlichkeit 50 mV
einfach aufzubauen

Wie funktioniert das?
Digitalvoltmeter



Akustischer Schalter Geräuschschalter) Empfindlichkeit einstellbar auf div. Geräusche (z.B. Klatschen usw.) oder auf Signale des mitgelief. Pfeiftongebers. Netzanschl. 220 W. Man kann Geräte wie Fernseher, Licht, Tonband usw. bis max. 500 W anschließen.

Klatschschalter kpl. à 36,35 ab 10 Stück . . . à 28,—
ab 3 Stück . . . . à 34,35

NN 35 Netzteil stufenlos regelbar von 0-35 V und der Strom von 1 mA-2 A, mit 2 Potentiometern. Die Regelung erfolgt durch das Spannungsregler IC 723 mit 2 nachgeschalteten Leistungstransistoren. Die beiden Potis für Spannung und Strom befinden sich auf der Platine.



Platine 13 x 7 cm. Mit dem Stromregler kann man einen bestimmten Strom einstellen. Übersteigt der Ausgangsstrom den eingestellten Wert, so schaltet das Gerät ab.

Bausatz NN 35 . . . . DM 32,95
Netztrafo 2 A . . . . DM 14,95
Bausatz NN 35 mit Gehäuse komplett und Instrumenten . . . . DM 109,95
Gehäuse, leer, komplett gestanzt und bedruckt (22 x 15 x 9 cm) . . . . . . DM 37,50
Fertiggerät NN 35 im Gehäuse . . . . DM 149,50

NETZTEIL 0 – 50 V

stufenlos regelbar, Strom max. 3,5 A, schaltet bei Kurzschluß durch einen Thyristor ab, hochkonstant durch temperaturkompensierte Referenzspannungsquelle. Änderung der Ausgangsspannung von 0 auf Vollast nur 0,005%!

Einführungspreis, Bausatz . . . . DM 44,95
Netztrafo passend . . . . DM 32,95
Passendes Gehäuse mit sämtlichen Bohrungen, beschrifteter Frontplatte . . . . DM 49,95
Passende Instrumente 50 V, 3 A . . . . . . à DM 19,95
Fertiggerät im Gehäuse . . . . DM 199,95

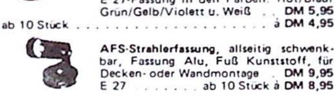
NEU 30 Watt FBI-Sirene
Betriebsspannung 10-25 V, auf- und abschwellender Ton, Heulton und Impulston einstellbar.
Bausatzpreis . . . . DM 16,95

Angebot des Monats
10 Kanallauflicht, 10 x 500 W Ausgänge, mit Netzteil, umschaltbar auf 4-6-8-10 Kanallauflicht.
Bausatz . . . . DM 29,95



Schwarzlicht
Lampe, 220 V~, 75 W Fassung E27 normal, kein Vorschaltgerät erforderlich . . . . DM 3,88
Ab DM 8,85

Comptalux color, Reflektorlampe, Preßglaskolben, verspiegelt, 100 W, Sockel E27, in den Farben Rot, Gelb, Grün, Blau . . . . . DM 9,90
ab 10 St., farbig à DM 8,95



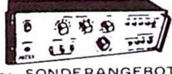
Große farbige Reflektorlampe, 40 W, E 27-Fassung in den Farben: Rot/Blau/Grün/Gelb/Violett u. Weiß . . DM 5,95
ab 10 Stück . . . . à DM 4,95

AFS-Strahlerfassung, allseitig schwenkbar, Fassung Alu, Fuß Kunststoff, für Decken- oder Wandmontage . . DM 9,95
E 27 . . . . ab 10 Stück à DM 8,95



LOB 18 3-Kanallichtorgel, frequenzselektiv, 4 Regler (3 Kanalregler, 1 Volumenregler), Sicherung mit Achsen und Knöpfen. Die Lichtorgel hat den spezial Übertrager und spricht dadurch auf sehr kleine Lautstärken an. Leistung 3 x 1000 W, Platine 18 x 4 cm.
Bausatz LOB 18 . . . . DM 17,20
Bausatz LOB 18 mit Gehäuse . . . . DM 22,50
Fertiggerät im Gehäuse . . . . DM 24,95

160 Watt HiFi — Studio — Stereoverstärker, 1 Jahr Garantie!



Technische Daten
Musikleistung: 160 W
Sinusleistung: 2 × 50 W
Klirrfaktor: 0,2 %
Intermodulation distortion: 0,2 %
Frequenz: 15-30.000 Hz ± 1dB
Signal/noise relationship: 65 dB
Schutz gegen Kurzschluß durch eingebaute Schutzsicherungen im Lautsprecher-Stromkreis

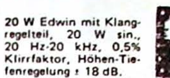
SONDERANGEBOT!
ab Lager lieferbar
HI-FI STEREO AMPLIFIER mod. BF 378
BF 378 299,95
ab 3 Stck. à 290,--

Eingänge: Phono magnet, tuner, Aux 1 + 2, Tape cinch und Dioden ((RCA + PENTA)
Ausgänge: Tape RCA + PENTA, Stereo-Kopfhörer, 2 Steckeranschlüsse 220 V 50-60 Hz, 2 paar Lautsprecher A + B

Controls: Lautstärke in dB, Balance, Treble, Bass, Loudness filter, Rumble filter, Scratch filter, Mono/Stereo, Muting ./. 20 dB

Power supply: 220 V, Maße: 365 × 275 × 125 mm

TRIAC-BLINKLICHT Lichtpulser Stroboskop für normale 220-V-Glühlampen bis 500 W belastbar.
Bausatz Lichtpulser . . . . . DM 15,50



20 W Edwin mit Klangregelteil, 20 W sin., 20 Hz-20 kHz, 0,5% Klirrfaktor, Höhen-Tiefenregelung ± 18 dB.



Bausatz 20 W Edwin mit Potis Mono . . . . . DM 29,75
Bausatz 20 W Edwin mit Potis Stereo . . . . DM 59,50
Fertigbaustein 20 W Edwin mit Potis . . . . DM 39,95
Netzteil Mono und Stereo . . . . DM 22,50
Stereoentzerrer für 20 W Edwin . . . . DM 14,90

30-W-Hi-Fi-Endstufe TE 30
Hi-Fi-30-W-Sinus-Endstufe, 20 bis 20 kHz, 0,8%, 1 V/50 K, Betriebssp. 30-40 V, 7 Halbleiter, NTC usw.
Bausatz TE 30 . DM 29,85
2 Stück . . . . DM 55,—
Mononetzteil . . DM 22,50
Stereonetzteil . DM 28,50



40-W-Edwin-Endstufe, 1000fach bewährt, kurzschlußfest, keine Ruhestromeinstellung, 25 Hz-1,2 MHz, 0,1% Klirrfaktor, 1 V/50 kΩ, Betriebsspannung 42 V.
Bausatz 40 W Edwin DM 39,50 2 Stück . . . DM 77,—
Mononetzteil . . . . DM 34,50
Stereonetzteil . . . . DM 45,50

100-W-EQUA-Verstärker, 20 Hz-60 kHz, Klirrfaktor kleiner 0,07%!, dauerkurzschlußsicher, Betriebsspannung 60-80 V, 14 Halbleiter, Hochleistungskühlkörper, U eing. 0,5 V.
100-W-Endstufe EQUA 100, Bausatz . . . . . DM 55,—
Fertigbaustein EQUA 100, geprüft . . . . . . DM 88,—
Mononetzteil DM 52,— Stereonetzteil DM 74,—



Hochwert. Stereo-Verstärker 100.
Stereo-Vorverstärker f. sämtliche Endstufen geeignet. 4 umschaltbare Eingänge für Tonband, Tuner, magn. Plattenspieler, frei. Lautstärke-, Höhen-, Tiefen-, Balanceregler u. Drucktasten auf der Platine. Höhen-Tiefenregelung ± 20 dB, 15-70 kHz, 25—60 V.
Bausatz Vorverstärker 100 mit Potis und Tasten DM 59,50

Klangfilterplatine KBK
4 Tasten für Rausch-Rumpel-Sprache, Basisbreite, Poti für Basisbreite, mit Kopfhöreausgang, 14 Halbleiter.
Bausatz KBK . . . . . DM 33,95



Netzgerät 723 ein stufenlos regelbares Netzteil mit einer Ausgangsspannung 4-28 V, max 3 A. Die Regelung erfolgt durch das Spannungsregler IC µA 723 mit nachgeschaltetem Leistungstransistor 2N 3055. Die Strombegrenzung ist auf 2 A eingestellt, kann jedoch durch Einsetzen eines anderen Widerstandswertes verändert werden. Eingangswechselspannung kann 22-30 V betragen. Platine 11,4 x 8 cm.
Bausatz 723 . . . . 24,—
Netztrafo 202 (max. 2A) 14,95
Netztrafo 205 (max. 3A) 22,50



Elektronisches Lesley, Bausatz . . . . DM 23,95
Funkschalter zur drahtlosen Fernsteuerung, ca. 80 m Reichweite, 220-V-Netzteil eingebaut, mit Sender, kpl. . . . . DM 89,50
Transistorzündung, 12 V, für Pkw sämtlicher Fabrikate, Bausatz . . . . DM 27,50



MPX 4000 in Stereoausführung. Ein 4-Kanalmischpult mit 2 Magneteingängen, 1 Tonbandeingang und 1 Mikrofoneingang mit Höhen-Tiefenregelung zur optimalen Anpassung der Mikrofone und der Stimme. Die 2 Magneteingänge schalten automatisch auf Kristalleingang um bei Anschluß eines Kristallplattenspielers. Auf der Platine befindet sich ein eingebautes Netzteil. Bestückung: 8IC. Frequenzgang: 10Hz-28KHZ. Klirrfaktor kleiner 0,15%.
Eingänge: 2x Magneteingang 2mV-200mV.
1x Mikrofoneingang 2mV - 20mV.
1x Tonbandeingang 200mV.
Die Höhen-Tiefenregelung des Mikrofoneinganges beträgt + 18 dB. Das MPX 4000 kann als einbau- oder als Standgerät Verwendung finden.
Bausatz MPX 4000 . . . . DM 49,95



DISCO-LICHTORGEL 10, 3-Kanal-Lichtorgel, Baugruppe LOB 3/1000 AV, jedoch mit Schieberegler, mit Pultgehäuse, das komplett gestanzt und beschriftet ist, 3 Schukosteckdosen an der Rückseite, 3adriges Netzkabel. Gehäuse 215 x 130 x 75.
Bausatz DISCO-LICHTORGEL . . . . DM 77,85
Fertiggerät Disco 10 . . . . DM 128,—



Kojak-Horn
Elektronische Sirene im Druckkammerlautsprecher mit kraftvollen auf- und abschwellendem Tonintervall. Durch besonders starke Endstufe wird ein Schalldruck von 95 Phon/1m erreicht. Frequenz 500-2000 Hz, Signaldauer 0,7 sek. pro Impuls. Maße: 130 mm ⌀, Länge 170 mm, Spannung 12 V DC, Wetterfeste Ausführung durch Spezialschutzfilm. 29,95



LOB 3/1000 AV, eine 3-Kanal-Lichtorgel mit einer Leistung von 3x 1000 W/220 V, 3 Regler für die einzelnen Kanäle, 1 Volumenregler. Diese Ausführung besitzt eine hervorragende Kanaltrennung, da jeder Kanal einen aktiven RC-Filter eingebaut hat. Dadurch wird eine fast unerreichte Kanaltrennung der tiefen, mittleren und hohen Frequenzen erreicht. Der NF-Eingang wird zusätzlich durch einen Transistor verstärkt. Dadurch hat diese Lichtorgel eine Eingangsempfindlichkeit von ca. 0,1 W, das bedeutet, daß ein Cassettenrecorder zur Aussteuerung voll genügt. Durch die eingebaute NF-Automatik entfällt das Nachregeln der Kanäle bei schwankender Musiklautstärke.
Bausatz LOB 3/1000 AV . . . . DM 42,50
Fertigbaustein 3/1000 AV . . . . DM 54,—
Passendes Gehäuse mit Frontplatte . . . . DM 9,50

LO 96, Lichtorgel wie 3/1000 AV, jedoch mit gestanztem Gehäuse, Steckdosen, Netzkabel, NF-Buchse, Knöpfen usw.
Bausatz LO 96 DM 65,— Fertiggerät LO 96 DM 96,50



LIGHT 2000
Das Lichtsteuergerät Light 2000, das Gerät der Superlative. Das 4-kanalige Gerät hat eine garantierte Ausgangsleistung von je 2000 Watt. Dieses ist konzipiert für extremsten Dauerbetrieb in Discotheken, bei Kapellen, und natürlich auch für den privaten Gebrauch, ein Lichtsteuergerät, das keine Wünsche offen läßt. Auf Lebensdauer und Störanfälligkeit wurde bei der Entwicklung strengstens geachtet.
Das Gerät Light 2000 hat folgende Betriebsvariationen:
a) analoge Lichtorgel (frequenzselektiv)
b) 4-Kanal-Digitallichtorgel
c) 4-Kanallauflicht
d) 4-Kanallauflicht invertierbar (Lampen werden nacheinander dunkel)
e) 4-Kanallauflicht normal und ivertiert in gleichzeitigen Betrieb.
f) sämtliche 4 Kanäle können bei den oben aufgeführten Betriebsarten gedimmert werden.

Die Funktionen a-e werden mit dem Tastensatz umgeschaltet. Die Lichtorgel besteht aus der Grundplatine, auf die sämtliche Baugruppen a-e aufgesteckt werden. Die Verbindungen werden mit hochwertigen AMP-Steckverbinder hergestellt. Das Gerät wird am Lautsprecher angeschlossen, hat am Eingang einen Operationsverstärker mit Automatik bei schwankender Lautstärke. Die 3 Regler gehören zum einstellen der Eingangsempfindlichkeit, Lauflichtgeschwindigkeit und Dimmer.
Das Light 2000 arbeitet mit Nullpunktsteuerung, dadurch entfallen die Anstieg- und Abfallflanken bei der Triacansteuerung. Somit ist ein vollkommen störungsfreier Betrieb möglich. Jegliche Arten von Funkentstörung entfällt hiermit. Das Netzteil ist stabilisiert und sämtliche Bauteile inkl. dem Netztrafo befinden sich auf der Platine.
Bestückung: 22 IC, 10 Transistoren, 4 Triacs, usw. Platine 28 x 14 cm (Grundplatine).

Bausatz LIGHT 2000 komplett . . . . DM 249,—
Fertigbaustein LIGHT 2000 . . . . DM 298,—

Platinensatz (5-teilig) mit 13-seitiger Beschreibung und Oszillogrammen . . . . DM 38,—

Passendes Gehäuse komplett gelocht und mit beschrifteter Frontplatte . . . . DM 98,95

LIGHT 2000 betriebsbereit im Gehäuse mit eingebauten Steckdosen . . . . DM 598,—

Audioskop, ein Gerät, das NF-Signale vom Radio, Tonband usw. auf dem Fernsehbildschirm sichtbar macht. Anschluß an der Antennenbuchse. Kein Eingriff am FS-Gerät.
Bausatz Audioskop . . . . DM 14,20
Gehäuse . . . . DM 5,90

Elektorglocke, 8 verschiedene Töne, Bausatz . DM 29,95
Passendes Gehäuse . . . . DM 9,50

Lichtschranke mit Relais, 1200 W belastbar, Bs. DM 11,50
Elektron. Würfel, mit roten LED-Anzeigen, Bs . DM 9,80
Passendes Gehäuse für Würfel . . . . DM 5,20

3fach-Sirene, auf- u. abschwellender Sirenenton, Impulston, Dauerton, mit Endstufe, Bausatz . . . . . DM 12,95

Elektronischer Nachhall, in jedes Gerät einbaubar, f. Stereo- u. Monogeräte, Hall regelbar, Bausatz . DM 23,95
Hallspirale RE-4 DM 15,— Hallspirale RE-8 . . DM 11,50



LD 42, 4-Kanal-Digitallichtorgel mit Selbststeuerung, Pauselicht, 3 Regler für Empfindlichkeit, Lauflichtgeschwindigkeit und Umschaltung Digit-Duallauflicht. Bei Mittelstellung ergibt sich die Variante: Lauflicht mit Musikansteuerung. Triacsteuerung, pro Kanal 1000 W Spitze belastbar, mit Netzteil, Knöpfen, usw.
Bausatz LO 42, 4-Kanal . . . . DM 76,—
Fertigbaustein LO 42 . . . . DM 89,—
Passendes Gehäuse . . . . DM 9,50
Fertiggerät LO 42 . . . . DM 169,—



HECK-ELECTRONICS

Aus P.E.-Heft 1:
FBI-Sirene kpl.Bauteile. incl. Lautsp.. DM 13,10
P.E.-Platine SI-a . . . . DM 4,35
Elektro-Toto-Würfel kpl. Bauteiles.mGeh.. 19,90
P.E.-Platine DS-a . . . . DM 6,60
Frontplatte gebohrt und bedruckt . . DM 13,30
Transitest kpl.Bauteiles. m.Gehäuse . DM 16,50
P.E.-Platine TT-a . . . . DM 6,75
Frontplatte gebohrt und bedruckt . . DM 13,90

Aus P.E.-Heft 2:
Carbophon kpl.Bauteilsatz. . . . . . . DM 23,90
P.E.-Platine CF-a . . . . DM 6,30
Gehäuse . . . . DM 5,50
Spannungsquelle kpl.Bauteiles.m.T. . DM 37,50
P.E.-Platine GV-a . . . . DM 11,60
Frontplatte gebohrt und bedruckt . . DM 17,80
Gehäuse TEKO P 3 . . . . DM 5,90
TESTY kpl.Bauteiles.m.Gehäuse. . . . DM 7,70
Frontplatte gebohrt und bedruckt . . DM 13,50

Aus P.E.-Heft 3:
Die totale Uhr kpl. Bauteilesatz . . . . DM 85,50
P.E.-Platine DK-a+b. . . . . DM 19,60
Gehäuse TEKO 333. . . . . DM 10,50
50-Watt-Verstärker in Modultechn. 1 Kanal incl. Stereonetzteil . . . . DM 106,50
P.E.-Platine PA-a . . . . DM 10,95
Bauteile f.d. 2. Kanal(Stereo) . . . . . DM 57,00
Frontplatte geb. u. beschrift.(pos.o.neg.) 11,15
Die Kassette im Auto kpl. Bauteilesatz mit Gehäuse und Platine . . . . DM 10,10

Aus P.E.-Heft 4:
Codeschloß kpl.Bauteilesatz . . . . . . DM 21,60
P.E.-Platine ES-a . . . . DM 7,15
LED-VU-Meter (Modultechnik) kpl. Bauteilesatz je Kanal . . . . DM 23,50
P.E.-Platine VU-a . . . . DM 9.35
Frontplatte geb.u.beschrift.(pos.o.neg) 11,65
MIKRO -2 (Signalhorn) kpl.Bauteiles. DM11,89
P.E.-MIKRO Hauptplatine MI-a . . . . DM 8,50
P.E.-MIKRO Trimmerplatine MI-b . . DM 4,95
MIKRO-1(Blinker) Baut. m.Platine . . DM 13,40

Neu aus P.E.-Heft 4 und 5/78.NEU NEU
SNOBBY-Geräuschschalter
Bauteilesatz Hauptprint mit Mikro . . DM 28,70
Platine Snobby-a . . . . DM 9,90
Bauteilesatz Netzteilprint . . . . . . DM 39,80
Platine Snobby-b . . . . DM 9,80
Bauteilesatz Steuerprint . . . . DM 29,90
Platine Snobby-c . . . . DM 9,70

Aus P.E.-Heft 5:
Tremolo kpl.Bauteilesatz. . . . . DM 42,40
P.E.-Platine TR-a . . . . DM 13,85
Frontplatte geb.u.beschrift.(pos.o.neg.) 15,35
je 14 Lötstifte u.Steckhülsen,5 IC-Fass. 4,48
Minimix kpl. Bauteilesatz . . . . DM 38,80
P.E.-Platine MM-a. . . . . DM 12,90
Gehäuse TEKO 334. . . . . DM 13,10
PUFFI kompl.Bauteilesatz. . . . . . . DM 3,70
P.E.-Platine BU-a . . . . DM 6,40
Gehäuse ALU ausreichend f.2.Platinen. . . 3,55

Aus P.E.-Heft 6:
Signal-Tracer kpl. m. Knöpfen und Fassungen, Bauteilesatz . . . . DM 24,90
P.E.-Platine SV-a . . . . DM 13,95
Frontplatte gebohrt und bedruckt . . DM 22,90
Gehäuse TEKO P/4 . . . . DM 11,00
TV-Tonkoppler kpl.Bauteilesatz . . . DM 20.90
P.E.-Platine TV-a . . . . DM 12,55
Gehäuse TEKO 333. . . . . DM 10,50
LESLIE (Modultechnik) Bauteiles. . . DM 2,90
P.E.-Platine TR-b . . . . DM 6,35
Frontplatte geb.u.beschrift.(pos.o.neg.) 9,00

Aus P.E.-Heft 7:
Basisbreite-Einstellung kpl. Bauteilesatz lt. Stückliste,m.Zubehör. . . . . DM 19,40
P.E.-Platine BB-a . . . . DM 9,10
Frontpl.pos.o.neg. . . . . DM 12,85
TTL-Trainer Bauteiles.m.Kabel . . . DM 51,90
P.E.-Platine DT-a . . . . DM 29,00
Gehäuse P/4 . . . . DM 11,00
MIKRO-4 (Flip-Flop) Bauteiles.kpl.. . DM 6,90
P.E.-MIKRO-4 Hauptprint MI-a . . . . DM 8,50

Aus P.E.-Heft 8:
Superspannungsquelle kpl. Bauteilesatz lt. Stückliste m.Instr.,Knöpfen usw. . . DM 113,70
P.E.-Platine SSQ. . . . . DM 13,10
Gehäuse SSQ m.Kühlkörper;Rückw. . DM 39,80
Mini-Uhr m.Maxi-Display, Bauteiles. . DM 38,90
P.E.-Platine DK-c/d . . . . DM 10,95
Spez.Uhrengehäuse m.Plexi-Scheibe . DM 5,75
Loudness-Filter kpl.Bauteiles. . . . . DM 13,80
P.E.-Platine FV-a . . . . DM 9,70
Frontpl.pos.o.neg. . . . . DM 11,00
Gehäuse m.Gleitmutterkanälen f. P.E.-Moduls. Größe 300...**DM 49,60**/Größe 500 **DDM64,90**

Neuheiten aus dieser Ausgabe finden Sie auf Seite 6

5012 Bedburg
Morkenerstr. 20 · Tel. 02272 · 3294

Aus P.E.-Heft 1/78:
Sinusgenerator (Modul) kpl.Bauteiles. DM27,50
P.E.-Platine SG-a . . . . DM 14,10
Frontplatte FN-SG-a . . . . DM 17,30
n-Kanal-Lichtorgel Hauptprint Bautelesortim.
kpl.lt.Stückliste . . . . DM 20,80
je Kanal lt. Stückliste . . . . DM 12,50
P.E.-Basisplatine LO-c . . . . DM 8,30
P.E.-Kanalplatine LO-d. . . . . DM 5,00
Grundausst. Plat.1xLO-c:3xLO-d . . DM 19,00
Lichtdimmer Bauteiles.kpl.lt.Stückl. . DM 21,90
P.E.-Platine LD-a . . . . DM 6,80
Gehäuse TEKO 3/B. . . . . DM 3,90

Aus P.E.-Heft 2/78:
Rauschfilter i.Modultechnik Bauteiles. DM14,90
P.E.-Platine RF-a . . . . DM 8,90
P.E.-Frontplatte pos.o.neg. . . . . . . DM 11,60
Goliath-Display Bauteile lt.Stückl. . . DM 17,70
P.E.-Platine UD-a/b. . . . . DM 10,10
Pausenkanal für n-Kanal-Lichto. Baut..DM11,50
P.E.-Platine LO-e . . . . DM 5,00

Aus P.E.-Heft 3/78:
Spannungslupe Bauteile lt.Stückl.. . . DM 16,30
P.E.-Platine SL-a . . . . DM 5,25
Gehäuse TEKO p/2. . . . . DM 4,40
Rechteckzusatz z.Sinusgenerator Baut.DM 16,90
P.E.-Platine SW-a . . . . DM 7,80
P.E.-Frontplatte FN-SW-a . . . . . . DM 9,15
Goliath-Stromversorgung Baut.m.TrafoDM47,90
P.E.-Platine GV-e . . . . DM 13,90

Aus P.E.-Heft 4/78:
Hall i.Modultechnik lt.Stückl.m.OPA. DM36,90
P.E.-Platine RV-a . . . . DM 8,90
P.E.-Frontplatte pos.o.neg. . . . . . . DM 12,85
O.P.A. Operationsverstärker Bauteiles. . DM8,90
P.E.-Platine OP-a . . . . DM 5,35
LOGIC-PROBE Baut. lt.Stückl. . . . DM 8,50
P.E.-Platine LT-a . . . . DM 5,05

Aus P.E.-Heft 5/78:
Peace-Maker lt.Stückliste. . . . . DM 13,90
P.E.-Platine PM-a . . . . DM 5,90
Gehäuse . . . . DM 4,40
Digitalmeter i.Modultechnik Bauteiles. . DM79,90
P.E.-Platine DM-a/b. . . . . DM 19,35
P.E.-Frontplatte FN-DM-a . . . . DM 19,50
DC-Vorsatzlt. Stückl. . . . . DM 12,90
Frontplatte FN-DM-b. . . . . DM 9,15

Aus P.E.-Heft 6/78:
Digital-Analog-Timer Bauteilesatz. . . DM 59,90
P.E.-Platine UT-a . . . . DM 18,00
P.E.-Gehäuse geb.und bedruckt . . . . DM 17,00
Sensorschalter Baut.lt.Stückl. . . . . . DM 14,90
P.E.-Platine TT-b . . . . DM 10,20
L.E.D.S. Bauteile lt.Stückliste . . . . . DM 7,90
P.E.-Platine LE-a . . . . DM 6,90

Aus P.E.-Heft 7/78:
Ohm-Meter-Vorsatz Bauteilesatz . . . DM 24,90
P.E.-Platine DM-c . . . . DM 7,85
P.E.-Frontplatte FN-DM-c . . . . DM 10,20
Würfeln m.Goliath Bauteilesatz . . . . DM 14,90
P.E.-Platine UD-c . . . . DM 6,10
Elektronisches Tauziehen Bauteiles. . DM 49,90
P.E.-Platine EG-a . . . . DM 14,25
Gehäuse TEKO P/3 . . . . DM 5,90
Netzstecker-Stromversorgung 9V . . . DM 14,50

Aus P.E.-Heft 8/78:
Infrarot-Empfänger Bauteilesatz . . . DM 48,80
P.E.-Platine IR-b . . . . DM 11,80
Gehäuse Ormatu Typ BIM2003 . . . . DM 5,40
Gehäuse Amtron Typ KG-6-ST . . . . DM 5,20
Infrarot-Sender Bauteilesatz . . . . . . DM 19,90
P.E.-Platine IR-a. . . . . DM 5,90
Gehäuse Typ Blm 2003 . . . . DM 5,40
Zener-Tester Bauteilesatz . . . . DM 39,90
P.E.-Platine ZT-a . . . . DM 7,70
Gehäuse TEKO 362. . . . . DM 8,75
H.E.L.P. Laborprint UP-a . . . . DM 22,50

Aus P.E.-Heft 9/78:
Syndiatape Bauteilesatz lt. Stückl. . . DM 31,80
P.E.-Platine SY-a . . . . DM 14,70
Gehäuse . . . . DM 10,90
Schwesterblitz Bauteile lt. Stückl.. . . DM 19,50
Platine FL-a . . . . DM 4,50
Gehäuse . . . . DM 3,35
Kontakloses Relais Bauteiles. . . . . DM 10,80
P.E.-Platine RY-a . . . . DM 4,90

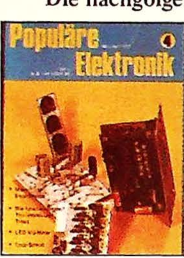
Aus P.E.-Heft 10-11/78: **Scheibenwischer-**
Intervallschalter Baut.lt.Stückl. . . . . DM 34,70
Platine WA-a. . . . . DM 11,10
Gehäuse mit Montageteilen . . . . . . DM 6,90
Automatikzusatz incl. Platine RB-a. . DM 16,50
Regensonde, Baut.lt.Stückliste . . . . DM 11,90
Platine RB-a . . . . DM 8,80
Gehäuse mit Montageteilen . . . . . . DM 8,90
Auto-Akku-Lader Bauteile lt. Stückl.. DM87,30
Platine AK-a. . . . . DM 11,10
Metall-Gehäuse . . . . DM 34,90

Die »Alten«

Ausgaben von **Populäre Elektronik** enthalten zahlreiche Baubeschreibungen, die auch heute noch interessant sind. Die nachgolgend abgebildeten Ausgaben können noch geliefert werden.



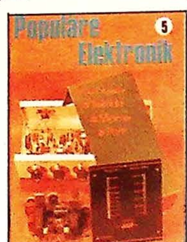
1/76 FBI-Sirene das Signalhorn der US-Polizei **Transitest** Halbleitertester mit einfachster Bedienung - **Elektro-Toto-Würfel** Elektronik-Spiel



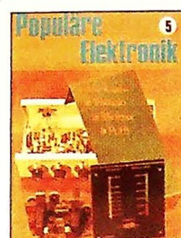
3/77 50 Watt-Modul als NF-Endverstärker der HiFi-Modulserie - **Die totale Uhr** Digitaluhr mit fast allen Möglichkeiten **Die Kassette im Auto**



4/77 Codeschloß mit leicht veränderbarem Code - **LED-VU-Meter** in Modultechnik - verschiedenfarbene LEDs zur Aussteuerungsanzeige (Stereo)



5/77 Minimix batterie-Mischpult 2xStereo, 1x Mikro (mono) mit Panorama - **Tremolo** in Modultechnik - **Puffi** Eintransistor-Pufferstufe (Stereo)



6/77 Leslie in Modultechnik Zusatz zum Tremolo-Modul - **Signal-Tracer** Kombination Signalspritze / Signalverfolger - **TV-Tonkoppler** für Bandaufnahme



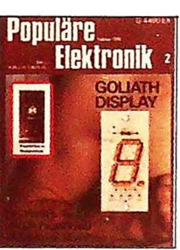
7/77 TTL-Trainer ein kleines Digital-Labor für den spielenden Einstieg in diese Technik - **Basisbreite** in Modultechnik, mit Super-Stereo



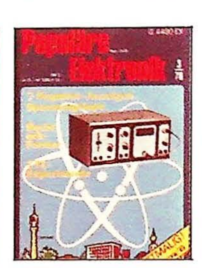
8/77 Superspannungsquelle Null bis 28 Volt, 1,5 Strombegrenzung - **Loudness-Filter** in Modultechnik - **Mini-Uhr mit Maxi-Display** einfache Digitaluhr



1/78 Sinusgenerator in Modultechnik das erste Meßplatz-Modul - **Die n-Kanal-Lichtorgel** beliebige Kanalzahl, bis 14 verschied. Frequenzen **Lichtdimmer**



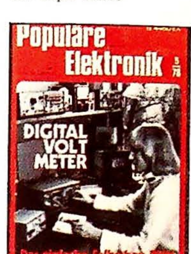
2/78 Goliath-Display Ziffernhöhe 38 mm mit Anreih-LEDs - **Pausenkanal** für die n-Kanal-Lichtorgel - **Rauschfilter** in Modultechnik, mit 3 Eckfrequenzen



3/78 Rechteck-Former in Modultechnik, Zusatz zum Sinusgenerator - **Spannungslupe** Meßbereicherweiterung für Vielfachinstrumente **Goliath-Netzteil** +10 V, +5 V.



4/78 O.P.A. Operational Power Amplifier, diskret aufgebaut - **Snobby** Klatschschalter mit Programmsteuerung **Hall** in Modultechnik **Logic Tester** zeigt H, L, 0



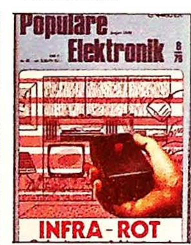
5/78 Peace-Maker Zahl /Adler-Zufallsgenerator - **Digital-Meter** zentrale Einheit im modularen Meßplatz **DC-Volts** Zusatz zum Digital-Meter



6/78 L.E.D.S. Leuchtenüberwachung im Auto - **Einpunktsensor** erweiterungsfähiges System - **Digital-Analog-Timer** 1 Sekunde bis 2 Stunden einstellbar



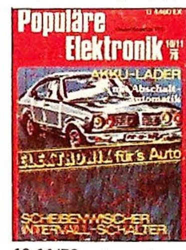
7/78 Elektronisches Tauziehen Reaktionstest als Zeitvertreib **OHMS** Widerstands-Meßzusatz zum Digital-Meter **Würfeln mit Goliath**



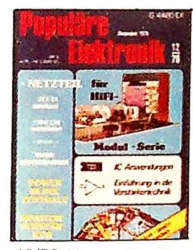
8/78 Zener-Tester für schnellen Z-Dioden-Test **H.E.L.P.** handlicher Experimentierprint **Infrarot-Sender und Infrarot-Empfänger**, störsicher



9/78 Schwesterblitz macht jedes Blitzgerät zum Zweitblitz - **Syndiatape** Diavertonung auf Kassette **Das kontaktlose Relais** Elektronik ersetzt Mechanik



10-11/78 Intervallschalter für den Scheibenwischer - **Automatik-Zusatz** startet den Schalter bei Regen **Auto-Akkulader** - **Regensonde** mit akustischem Signal



12/78 Monitor-Verstärker 2x3 Watt **Zwischenverstärker** zur Pegelanpassung - **Power-Blinkzentrale** für Modellbau **Netzteil** für HiFi-Module

Populäre Elektronik
Abt. Heftnachbestellungen
Postfach 760264, 2 Hamburg 76

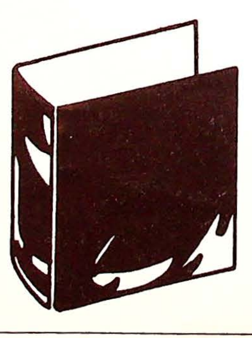
Anz./Heft-Nr.: ______________________
____
____
____
____
____

Bitte deutlich schreiben

Name. ______________________
Straße: ______________________
PLZ Ort: ______________________

So wird bestellt:

Coupon ausfüllen, DM 3,00/Heft in Briefmarken, bar oder als V-Scheck beilegen und alles an nebenstehende Adresse senden.



Nicht vergessen!

Die stabile und repräsentative Sammelmappe für Ihre älteren Ausgaben von **Populäre Elektronik**

Farbe: Rot, Preis: DM 10,80.
Bitte benutzen Sie bei einer Bestellung ebenfalls den nebenstehenden Coupon und fügen DM 10,80 bei.